

UNIVERSIDADE DE LISBOA



AS MULTIRREPRESENTAÇÕES NO ENSINO DOS MOVIMENTOS NA TERRA
UM TRABALHO COM ALUNOS DO 9.º ANO

ANDRÉ FILIPE MARTINS DA SILVA

Mestrado em Ensino de Física e de Química no 3.º Ciclo do Ensino Básico e no Ensino
Secundário

Relatório da Prática de Ensino Supervisionada orientado pela Professora Doutora Mónica
Luísa Mendes Baptista e pelo Professor Doutor Rui Jorge Agostinho

2018

UNIVERSIDADE DE LISBOA



AS MULTIRREPRESENTAÇÕES NO ENSINO DOS MOVIMENTOS NA TERRA
UM TRABALHO COM ALUNOS DO 9.º ANO

ANDRÉ FILIPE MARTINS DA SILVA

Mestrado em Ensino de Física e de Química no 3.º Ciclo do Ensino Básico e no Ensino
Secundário

Relatório da Prática de Ensino Supervisionada orientado pela Professora Doutora Mónica
Luísa Mendes Baptista e pelo Professor Doutor Rui Jorge Agostinho

2018

AGRADECIMENTOS

À Professora Doutora Mónica Baptista, pelo incansável apoio, amizade e constante motivação durante todo o percurso. Sem o seu apoio este trabalho não seria possível. Não podia pedir melhor orientadora. Obrigado por tudo!

Ao Professor Doutor Rui Agostinho, pela sua boa disposição e ajuda na realização deste trabalho. Posso afirmar confiantemente que tenho hoje um modelo de professor que quero seguir.

À Professora Doutora Manuela Rocha, pela disponibilidade e apoio durante toda a realização deste trabalho.

À professora Sandra Ribeiro, pela forma como me acolheu de braços abertos na escola, integrando-me e apoiando-me em todas as etapas decisivas. As suas sugestões fruto da vasta experiência foram valiosas para a minha formação enquanto professor.

Aos alunos que participaram neste estudo e que aceitaram este desafio com muita motivação e empenho.

À Professora Teresa Conceição, pela simpatia e ajuda na concretização deste estudo.

À Professora Carla Matoso, pela amizade e força nos momentos mais decisivos deste percurso.

Ao meus amigos e familiares, que de alguma forma contribuíram para que este trabalho fosse possível. Em especial à minha TIA que sempre fez tudo por mim. Ao meu amigo João pela força que me deu durante todo este percurso.

Ao meus queridos Pais, que sempre acreditaram em mim e me deram força para concretizar os meus objetivos. Sem eles nada disto seria possível.

À pessoa mais importante da minha vida, pela sua paciência, apoio incondicional e por estar presente em todos os momentos. Obrigado Inezinha.

RESUMO

Num mundo global e altamente tecnológico a informação flui através de diferentes canais. A escola tem o desafio de preparar os alunos para lidar com diferentes modos de representação da informação. Surge na literatura um quadro conceptual relativo ao modo como a informação é apresentada e interpretada pelos alunos, as multirrepresentações. Assim, este trabalho tem como finalidade conhecer de que forma as tarefas que envolvem multirrepresentações contribuem para a aprendizagem dos alunos sobre o tema “Movimentos na Terra”, inserido no programa de Física e Química do 9.º ano de escolaridade. Mais concretamente, pretende-se conhecer as aprendizagens que desenvolvem, as dificuldades que sentem e as estratégias que utilizam na resolução das tarefas.

Para se atingir tais objetivos desenvolveram-se cinco tarefas realizadas ao longo de onze aulas de sessenta minutos. Quatro tarefas apresentam uma natureza de resolução de problemas e a última tarefa consiste numa discussão role play. As tarefas partem de contextos familiares aos alunos e procuram integrar diferentes modos de representação que os desafiem. A prática de ensino supervisionada decorreu numa escola localizada na região de Lisboa e os participantes foram 28 alunos de uma turma do 9.º ano constituída por 16 raparigas e 12 rapazes, com uma idade média entre os 14 e os 15 anos.

O presente trabalho de cariz investigativo recorre a uma metodologia de investigação qualitativa e são utilizados como instrumentos de recolha de dados as produções escritas dos alunos, uma entrevista em grupo focado e as notas de campo do professor. Os resultados evidenciam dificuldades no uso de diferentes modos de representação, bem como na transição entre diferentes representações. Destacam-se as dificuldades relacionadas com a interpretação de gráficos e na descrição do movimento. No entanto, os alunos evidenciam também aprendizagens nos mesmos domínios. Relativamente às estratégias utilizadas, os resultados mostram que os alunos recorrem à discussão em grupo e à interação professor e aluno. A tentativa e erro parece ser também uma das estratégias que os alunos recorrem para dar resposta aos problemas com que se deparam.

Palavras-chave: multirrepresentações; ensino de física; movimentos e forças; movimentos na terra

ABSTRACT

In a global and highly technological world, information flow through different channels. Schools have the challenge of preparing students to deal with information presented in different modes of representation. In literature, there's evidence of a conceptual framework in the way representations are presented and interpreted by the students, they are the multirrepresentations. Thus, this work aims to know how tasks involving multirrepresentations contribute to the learning of students on the theme of "Movements on Earth", which belongs to the program of Physics and Chemistry of 9th grade students. More specifically, we want to know the learning they develop, the difficulties they encounter and the strategies they use in solving tasks.

In order to achieve these goals, five tasks were designed and applied in eleven lessons of sixty minutes. Four tasks have a nature of problem solving and the last one consists in a role play discussion. These tasks start from familiar contexts to students and they seek to challenge the students by integrating different modes of representation. The supervised teaching took place in a school located in the region of Lisbon and the participants was a 9th grade class consisting of 28 students, of which 16 are girls and 12 are boys, with a mean age between 14 and 15 years old.

The present research uses a qualitative research methodology and for instruments of data collection are used the written productions of the students, a focused group interview and the field notes of the teacher. The results show difficulties in the use of different modes of representation, as well as in the transition between different representations. The difficulties related to the interpretation of graphics and the description of the movement stand out. However, students also demonstrate learning in the same domains. Regarding the strategies used, the results show that the students use the group discussion and teacher-student interaction. Trial and error also seems to be one of the strategies students use to respond to the problems they encounter.

Keywords: multirrepresentations; physics teaching; forces and movement; movements on earth

ÍNDICE

Índice de Quadros.....	xiii
Índice de Figuras	xiv
 CAPÍTULO I.....	 1
INTRODUÇÃO	1
Organização do trabalho	3
CAPÍTULO II	5
ENQUADRAMENTO TEÓRICO.....	5
O Ensino das Ciências	5
Estratégias de Ensino	10
As multirrepresentações.....	16
CAPÍTULO III.....	21
UNIDADE DE ENSINO	21
Enquadramento Curricular	21
Organização da Proposta Didática.....	25
Breve descrição das tarefas	28
Avaliação.....	36
CAPÍTULO IV.....	39
MÉTODOS E PROCEDIMENTOS.....	39
Fundamentação Metodológica	39
Participantes	40
Recolha de Dados	41
Análise de dados.....	45
CAPÍTULO V	47
RESULTADOS	47

Dificuldades sentidas pelos alunos em tarefas que envolvem multirrepresentações sobre os Movimentos na Terra.....	47
Aprendizagens realizadas pelos alunos em tarefas que envolvem multirrepresentações sobre os Movimentos na Terra.....	61
Estratégias que os alunos utilizam em tarefas que envolvem multirrepresentações sobre os Movimentos na Terra.....	76
CAPÍTULO VI.....	81
DISCUSSÃO, CONCLUSÃO E REFLEXÃO FINAL	81
Discussão dos Resultados	81
Conclusão	84
Reflexão final	87
REFERÊNCIAS	91
APÊNDICE A	97
PLANIFICAÇÃO DAS AULAS	97
APÊNDICE B	131
RECURSO DE APOIO ÀS AULAS: TAREFAS.....	131
APÊNDICE C	155
GUIÃO DA ENTREVISTA EM GRUPO FOCADO.....	155

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 3.1 Conteúdos abordados em cada tarefa e modos de representação envolvidos.....	27
Quadro 3.2 Tarefa Corrida às Medalhas: Objetivos e momentos da aula.....	29
Quadro 3.3 Tarefa Estafeta Vaivém: Objetivos e momentos da aula.....	30
Quadro 3.4 Tarefa Bobsleigh: Objetivos e momentos da aula.....	32
Quadro 3.5 Tarefa Voo de teste do Grasshopper: Objetivos e momentos da aula.....	34
Quadro 3.6 Tarefa Segurança Rodoviária: Objetivos e momentos da aula.....	35
Quadro 4.1 Categorias e subcategorias de análise para as questões em estudo.....	46

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3.1 Esquema organizador dos conteúdos na subunidade de ensino.....	23
---	----

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO

Aliado ao desenvolvimento económico, tecnológico e científico, as sociedades são hoje confrontadas com novas exigências num mundo global e competitivo (Giddens, 2002). O mercado de trabalho é hoje muito diferente, exigindo profissionais que se adaptem a diferentes ambientes e que consigam resolver problemas. A escola assume especial importância neste processo de transformação porque é responsável por preparar as futuras gerações. Neste sentido, a educação deve ter como finalidade preparar alunos aptos a intervir na sociedade, acrescentado valor através da tomada de decisões, espírito crítico e capacidade de resolver problemas (NRC, 2000). No que concerne à educação em ciências é importante preparar os alunos com as ferramentas necessárias para compreender o mundo à sua volta (Osborne & Dillon, 2008).

O caminho para um melhor ensino das ciências recai sobre o papel do professor (Baptista, 2017). Em primeiro lugar, o professor deve utilizar diferentes estratégias de ensino que vão ao encontro dos interesses dos seus alunos e a possibilidade de estes conduzirem as suas próprias investigações. Segundo, o professor deve valorizar o trabalho colaborativo e incluir na sua prática a investigação atual na área da educação. Estas preocupações estão em consonância com as linhas orientadoras para o ensino da Física e Química no ensino básico, que encorajam o professor a ser um gestor do currículo, adotando as estratégias que melhor contribuam para a aprendizagem dos seus alunos, nomeadamente através de estratégias centradas no aluno e promotoras da literacia científica. O desenvolvimento da literacia científica interliga-se assim com o desenvolvimento de competências várias, como o raciocínio a comunicação e as atitudes (Galvão et al., 2001).

De facto, nos últimos anos surge a preocupação de desenvolver a literacia científica dos alunos. Neste campo, diversas interpretações poderão ser feitas quanto ao que realmente significa ser literato em ciências. A OCDE (2016) entende que um aluno demonstra literacia científica quando é capaz de: explicar fenómenos cientificamente; avaliar e conceber investigações científicas; interpretar dados e evidências científicas.

A resolução de problemas e a discussão *role play* apresentam-se como duas estratégias de ensino capazes de responder aos desafios propostos pelas orientações curriculares no

desenvolvimento da literacia científica. A resolução de problemas, envolve a participação ativa dos alunos em processos de pesquisa e resolução de problemas desafiantes, permitindo desenvolver competências ao nível do raciocínio, além de promover o processo de metacognição dos alunos (Treagust et al., 2017). A discussão *role play* constitui uma estratégia de excelência para desenvolver a comunicação e argumentação dos alunos (Gray, 2004).

De acordo com Osborne e Wellington (2001), a comunicação e a linguagem são aspetos fundamentais na aprendizagem da ciência e que devem ser cultivados desde cedo na sala de aula. Estes autores consideram que a ciência recorre a diversos modos de comunicação, que poderão apelar aos diferentes estilos de aprendizagem do aluno. É, também, reconhecido na literatura que o processo de aprendizagem por parte dos alunos é facilitado quando estes são sujeitos a múltiplos modos de representação da informação, pois podendo explorar diferentes combinações de representações, estes ficam menos propensos à limitação de um único método (Laburú, Barros, & Silva, 2011). Os alunos que são confrontados com múltiplos modos de representação como texto, imagens, gráficos atingem uma maior compreensão dos conceitos, dos processos e das relações envolvidas (Opfermann, Schmeck, & Fischer, 2017). O desafio intelectual para o aluno consiste em transitar entre os diferentes modos de representação, particularmente quando estes exigem um maior grau de abstração (Gilbert, 2005).

Assim, as multirrepresentações surgem na literatura como um quadro conceptual relativo ao modo como a informação é apresentada e interpretada pelo aluno. De acordo com Opfermann et al. (2017), aprender Física implica necessariamente um domínio na utilização e manipulação de diferentes representações. Neste trabalho consideram-se as representações que podem ser apresentadas e manipuladas pelo aluno – as representações externas (Gilbert, 2005). Estas, terão especial importância neste trabalho uma vez que constituem a base para a construção das tarefas a aplicar em sala de aula.

Neste sentido, este trabalho tem como finalidade conhecer de que forma as tarefas que envolvem multirrepresentações contribuem para a aprendizagem dos alunos acerca dos Movimentos na Terra. De acordo com a problemática deste trabalho foram identificadas três questões orientadoras:

Que dificuldades sentem os alunos quando estão envolvidos com tarefas que envolvem multirrepresentações sobre os Movimentos na Terra?

Que aprendizagens desenvolvem os alunos quando estão envolvidos em tarefas que envolvem multirrepresentações sobre os Movimento na Terra?

Que estratégias usam os alunos quando estão envolvidos em tarefas que envolvem multirrepresentações sobre os Movimento na Terra?

Organização do trabalho

O presente trabalho encontra-se organizado em seis capítulos. No primeiro capítulo faz-se uma breve introdução ao trabalho realizado, contextualizando a problemática em estudo e as questões que orientam o trabalho de cariz investigativo. No segundo capítulo procura-se fundamentar as escolhas tomadas na realização deste trabalho com base na revisão de literatura na área da educação em ciências. Inicialmente faz-se um breve enquadramento histórico do ensino das ciências e das suas finalidades para o desenvolvimento de competências necessárias ao cidadão do séc. XXI. São discutidas duas estratégias de ensino utilizadas neste trabalho e apresentam-se alguns trabalhos realizados a nível internacional. Por último, discute-se o quadro conceptual das multirrepresentações, identificando as potencialidades na integração das aulas de física. No terceiro capítulo, Unidade de Ensino, são apresentadas algumas das opções tomadas com base nos documentos curriculares vigentes para o ensino da Física e Química no ensino básico. Apresenta-se ainda uma breve descrição das tarefas realizadas com os alunos e o método de avaliação utilizado. No quarto capítulo, Métodos e Procedimentos, procura-se fundamentar a metodologia de investigação utilizada neste trabalho. São ainda apresentados os participantes do estudo e descritos os métodos de recolha de dados e as categorias de análise emergentes dos resultados obtidos. No quinto capítulo, Resultados, são apresentados os resultados obtidos, fruto dos vários instrumentos de recolha de dados, com o objetivo de dar resposta às questões orientadoras deste trabalho. No sexto capítulo, discutem-se, com base na literatura, os resultados obtidos e apresenta-se uma reflexão final de todo trabalho desenvolvido.

CAPÍTULO II

ENQUADRAMENTO TEÓRICO

Neste capítulo procura-se fundamentar algumas das opções tomadas na realização deste trabalho, com base na literatura de referência na área da educação em ciências. Este capítulo encontra-se organizado em três secções. Na primeira secção faz-se um enquadramento histórico do ensino das ciências a nível internacional e em Portugal, discutindo as suas finalidades e objetivos à preparação de uma sociedade cientificamente literata. Na segunda secção discutem-se duas estratégias promotoras da literacia científica dos alunos, a resolução de problemas e as tarefas *role play*. Na última secção apresenta-se o quadro conceptual relativo ao tema deste trabalho, as multirrepresentações, são ainda apresentados alguns trabalhos realizados com alunos a nível internacional.

O Ensino das Ciências

A importância do ensino das ciências e a sua integração no currículo das escolas é um tema bastante discutido e que parece gerar alguma discordância entre os vários intervenientes. Na literatura são encontrados essencialmente cinco tipos de argumentos defendidos quanto à importância do ensino das ciências (Galvão, Reis, Freire, & Oliveira, 2006), são eles: o argumento económico, o argumento utilitário, o argumento cultural, o argumento democrático e o argumento moral.

Segundo o argumento económico, para que um país mantenha a sua competitividade internacional, deve garantir o desenvolvimento científico e tecnológico através da formação de profissionais nas diversas áreas científicas, apostando desde cedo na integração de um currículo forte na componente científica. Segundo esta perspetiva, mesmo os alunos que não pretendam seguir carreiras científicas acabam por beneficiar de um ensino que os preparara para um futuro cada vez mais dependente da ciência e da tecnologia. Porém, alguns autores contrapõem questionando até que ponto será válido sujeitar todos os alunos a um mesmo currículo focado nos produtos da ciência e colocando de parte competências como a análise de evidências, interpretação e resolução de problemas.

O argumento utilitário diz respeito à relevância do conhecimento científico para lidar com questões do dia-a-dia, nomeadamente na resolução de problemas práticos. No entanto, segundo Osborne (2000), este argumento deixa de fazer sentido quando as inovações tecnológicas que são introduzidas no mercado trazem consigo também a simplicidade e facilidade na sua operação, reduzindo qualquer tipo de necessidade de um conhecimento profundo.

O argumento cultural defende que a investigação científica resulta do esforço humano e constitui a cultura de uma sociedade. A escola deve proporcionar uma visão histórica da ciência, valorizando os processos que dão origem à inovação científica, mas também as controvérsias, o fracasso e o mérito. Alguns autores defendem ainda que a educação em ciências permite formar cidadãos que apoiem incondicionalmente o desenvolvimento da ciência e da tecnologia. No entanto, Reis (2006) aponta que os cidadãos terão sempre uma posição crítica perante o desenvolvimento da ciência, questionando os seus processos e aplicações.

O argumento democrático parte do princípio de que muitos dos problemas do dia-a-dia são de natureza sociocientífica, exigindo a participação dos cidadãos em questões controversas. Desta forma, o ensino das ciências deve proporcionar aos alunos não só o conhecimento científico, mas também o desenvolvimento do espírito crítico e da argumentação. Galvão et al. (2006) referem ainda que a escola deve “promover nos alunos a compreensão do trabalho dos cientistas e da natureza da ciência” (p. 19), oferecendo aos alunos uma visão mais ampla da ciência.

Por último, o argumento moral, reconhece que o ensino das ciências “permite o contacto com a prática científica e com todo um conjunto de normas, de obrigações e de princípios éticos a ela inerentes, úteis à sociedade em geral” (Reis, 2006, p. 164).

De facto, a história do ensino das ciências é marcada por inúmeras reformas curriculares. No final do século XIX, em Inglaterra e nos Estados Unidos da América, discutia-se entre um ensino das ciências para todos (focado em aspetos do dia-dia) e um ensino puramente laboratorial, para aqueles que pretendiam prosseguir estudos (Galvão et al., 2006). O ensino laboratorial predominou durante vários anos e mais tarde surgiu a necessidade de implementar uma dimensão sociocientífica, onde o aluno aprendesse a resolver problemas científicos como medida para a resolução de problemas pessoais e sociais.

Já na segunda metade do século XX, após a II Guerra Mundial, surgiu a necessidade de reestruturar o currículo das ciências face ao desenvolvimento tecnológico e científico existente. Em 1956, o lançamento do Sputnik por parte da União Soviética veio reforçar esta ideia, surgindo nesta época, sucessivas reformulações curriculares, cuja principal finalidade era a formação de novos cientistas.

Em 1975, uma avaliação do currículo e das práticas letivas veio mostrar que os professores mantinham um ensino tradicional, desconsiderando a dimensão social e humana intrínseca ao trabalho dos cientistas. O aparecimento de uma nova crise no ensino das ciências, levou os Estados Unidos e o Reino Unido a repensarem o currículo, dando início a uma nova era de reformas curriculares. O principal objetivo era agora alargar a educação científica a todos os alunos, desde educação pré-escolar até ao ensino secundário - ciência para todos (Frazer, 1986; Hodson & Reid, 1988). Elaboraram-se novas linhas orientadoras relativas ao ensino e à avaliação. Estas pretendiam motivar a aprendizagem dos conteúdos através da resolução de problemas científicos, atividades de pesquisa e a participação em discussões de natureza científica, favorecendo uma participação ativa em sociedade (Galvão et al., 2006).

Entre os anos 80 e 90, o ensino das ciências estava agora centrado na interação entre ciência, tecnologia e sociedade (CTS) (Solomon, 1993). Um novo ciclo surgiu e houve a preocupação de acrescentar novos aspetos ao currículo, sendo estes a dimensão ambiental e o desenvolvimento tecnológico. Nos Estados Unidos da América foram criados dois documentos que reestruturaram o ensino das ciências: *Project 2061 - Science for All Americans* e o *National Science Education Standards* (National Academy of Sciences, 1996). As ideias fulcrais eram fomentar diretrizes direcionadas ao desenvolvimento da literacia científica e ainda promover o desenvolvimento de competências investigativas, através da investigação nas aulas de ciências e projetos de pesquisa.

Portugal não ficou de parte na discussão em torno da finalidade das ciências, tendo ocorrido diversas reformulações e reorganizações curriculares (Galvão et al., 2006). A primeira ocorreu no final dos anos 40 com a reforma do ensino liceal. Na década de 70 desenvolveram-se novos programas curriculares com a reforma Veiga Simão. Mais tarde no final da década de 90 foram publicados novos programas para o ensino das ciências em consequência da publicação da Lei de Bases do Sistema Educativo (1986). No início dos anos 2000 reorganizaram os currículos das ciências físicas e naturais.

No ano de 1948, com a Reforma do ensino Liceal o ensino das ciências foi introduzido a partir da 2ª e 3ª classe. Este era um ensino muito prático e experimental relacionado com o quotidiano. O programa da física era direcionado para criar oportunidades de utilização de aprendizagens científicas no entendimento dos fenómenos e acontecimentos do dia a dia. O programa da química tinha como principal objetivo o entendimento do mundo onde os alunos viviam, assim baseava-se em facultar conhecimentos de utilidade imediata. O professor tinha a função de ilustrar, praticar e interessar.

Com a reforma Veiga Simão (1975), surgem novos programas para o ensino da física e da química. A principal finalidade era a aquisição de conhecimento e a aplicação do método científico. Com este programa surgem novamente divergências entre Portugal e países como os EUA e o Reino Unido, pois o ensino das ciências incidia agora sobre os produtos da ciência, como as leis, teorias e princípios, descuidando os processos científicos (Galvão et al., 2006).

Em 1986, a Lei de Bases do Sistema Educativo tornou possível uma nova reforma do sistema educativo. Nesta altura surgiram novos programas para o ensino da Física e da Química, realçando uma componente CTS no currículo. No entanto, estes programas evidenciavam orientações distintas para as duas disciplinas, além de não fazer qualquer referência ao papel ativo dos alunos no processo de aprendizagem (Galvão et al., 2006, p. 41).

No início dos anos 90, numa iniciativa do Ministério da Educação, procede-se a uma revisão curricular do Ensino Básico, de onde resultaram as orientações curriculares para o ensino das Ciências Física e Naturais, implementadas no ano letivo de 2002/03 e ainda hoje utilizadas como referência para a lecionação da disciplina de Física e Química no ensino básico. Neste documento é evidente a interligação entre a ciência-tecnologia-sociedade-ambiente (CTSA), bem como uma aposta num ensino centrado no aluno, com um papel ativo no processo de aprendizagem e o desenvolvimento de aprendizagens específicas. O professor é também ele um elemento chave na gestão do currículo, adotando estratégias que correspondam aos interesses dos seus alunos, privilegiando uma participação mais ativa dos alunos na sala de aula. O professor assume um papel de orientador das aprendizagens dos alunos, promovendo o gosto destes pela ciência e o desenvolvimento da literacia científica.

Literacia científica

Em Portugal, nos últimos anos, a promoção da literacia científica tornou-se a principal finalidade do ensino das ciências (Reis, 2006). No entanto, para DeBoer (2000), não existe um

consenso em relação ao verdadeiro significado de literacia científica, embora todos concordem que esta deva ser promovida em contexto escolar.

Reis (2006) elaborou uma análise da literatura acerca das diferentes definições de literacia científica, identificando aspetos como apreciação da natureza; observação; conhecimento da tecnologia; conhecimento geral da linguagem; capacidade de assimilação; utilização dos produtos da tecnologia; a capacidade de interpretação de dados numéricos e realização de pesquisas.

Bisanz, Bisanz, Korpan e Zimmerman (1996) identificaram três elementos comuns para definir literacia científica: conhecimento de processos científicos; conhecer métodos e procedimentos de investigação científica; compreender a importância da ciência e da tecnologia no mundo. Em 1996, o National Research Council (NRC) publicou o National Science Education Standards onde apresenta uma definição para o conceito de literacia científica:

A literacia científica relaciona-se com a capacidade de questionar, pesquisar, ou responder a questões que surjam da curiosidade a situações do dia-a-dia. Significa que uma pessoa consegue descrever, explicar e prever fenómenos naturais. Literacia científica implica ser capaz de ler e compreender artigos sobre ciência na imprensa popular, articulando-as em debates sociais acerca da validade das suas conclusões. Literacia científica implica que uma pessoa possa identificar problemas científicos subjacentes a decisões a nível nacional ou local, e expressar a sua posição fundamentada em informação científica e tecnológica. Um cidadão literato deve ser capaz de avaliar a qualidade da informação científica com base na sua fonte e nos métodos utilizados para a gerar. Literacia científica também implica a capacidade de apresentar e avaliar argumentos baseados em evidências e aplicar, apropriadamente, conclusões assentes nesses mesmos argumentos. (NRC, 1996 citado por DeBoer, 2000, pp. 590-591).

Hodson (1998) defende a promoção de uma literacia científica crítica para todos os cidadãos – literacia científica crítica universal – com o objetivo de “equipar os alunos com a capacidade e o comprometimento de realizar ações apropriadas, responsáveis e eficazes sobre questões de teor social, económico, ambiental e moral-ético” (p.4).

DeBoer (2000) conclui que embora os currículos por objetivos pretendam na sua essência contribuir para o desenvolvimento da literacia científica, o rigor e a profundidade exigido nos seus objetivos poderão ser prejudiciais para a autonomia e criatividade dos professores e alunos. Deboer (2000) sugere a criação de objetivos mais amplos que permitam uma maior flexibilidade do professor em gerir o currículo de forma a corresponder aos

interesses dos seus alunos. Em última instância estes terão liberdade para adotar estratégias de ensino mais diversificadas e criativas.

As orientações curriculares para o 3.º ciclo do ensino básico da área disciplinar das Ciências Físicas e Naturais (Galvão et al., 2001) defendem a literacia científica como a principal finalidade da educação em ciências. Com esta finalidade pretende-se desenvolver nos alunos competências de conhecimento substantivo, processual e epistemológico bem como competências de raciocínio, comunicação e atitudes.

Mais recentemente o último relatório PISA elaborado pela OCDE (2018) destaca a importância do desenvolvimento da “Competências Global”. Segundo este documento, um indivíduo globalmente competente é capaz de se relacionar interculturalmente, compreendendo e apreciando diferentes perspetivas e visões do mundo. É, também, capaz de interagir com os outros para a tomada de decisões responsáveis e com uma atitude sustentável.

A competência global é entendida como uma capacidade multidimensional, em que as escolas desempenham um papel crucial no seu desenvolvimento. O suporte para o desenvolvimento da competência global é uma aposta no conhecimento, valores, atitudes e aptidões. Fazem parte constituinte das competências globais quatro dimensões:

- Analisar questões globais, locais e interculturais;
- Respeitar e valorizar diferentes perspetivas e visões do mundo;
- Tomar ações para o desenvolvimento sustentável e o bem-estar coletivo;
- Envolver em interações abertas, apropriadas e eficazes entre culturas.

Estratégias de Ensino

Neste trabalho opta-se por duas estratégias de ensino que procuram corresponder aos desafios do ensino das ciências e do desenvolvimento da literacia científica. Nesta secção discutem-se, com base na revisão de literatura, as tarefas de resolução de problemas e as tarefas *role play*. São ainda apresentados alguns trabalhos desenvolvidos com alunos a nível internacional.

Resolução de Problemas

A resolução de problemas, embora referida muitas vezes como uma competência necessária a desenvolver nos alunos, é também uma estratégia de ensino que o professor pode recorrer no planeamento das suas aulas. Nesta estratégia de ensino parte-se de uma situação problema, em que se desafia o aluno a encontrar uma resposta. No entanto, nem todas as questões podem ser consideradas um problema. Para Hayes (1981) estamos perante um problema, quando o seu objetivo é claro, mas não detemos o conhecimento imediato para proceder à sua resolução. Ponte (2005) refere que o acesso ao processo de resolução é o que distingue um problema de um exercício. Caso se conheça o processo e se seja capaz de o usar, a questão é um exercício e não um problema. Neste sentido, o exercício pode ser utilizado com o objetivo de sistematizar conceitos já desenvolvidos com os alunos e os problemas podem ser utilizados para dar início a um novo tópico didático.

A promoção da resolução de problemas desenvolve nos alunos competências cognitivas associadas ao processo de resolução, nomeadamente pelo uso de diferentes estratégias. Novak (1977) refere que esta estratégia exige a reorganização da informação armazenada na memória de forma a atingir o objetivo pretendido – a solução para o problema – se o problema exigir novas informações, é necessário passar por um processo de pesquisa. É fundamental que o professor reflita sobre os diferentes passos que os alunos precisam de recorrer para dar uma resposta. Pizzini et al. (1989) propõem o modelo *search, solve, create and share* – SSCS, baseado na premissa de que a resolução de problemas deve permitir desenvolver competências de comunicação e criatividade. Este modelo identifica quatro passos que os alunos recorrem para dar uma resposta, podendo em qualquer altura reentrar numa das etapas.

O primeiro passo (*search*) diz respeito ao processo de pesquisa e identificação do problema, o aluno interpreta, discute com os colegas, faz pesquisas no manual, ou outros materiais disponíveis para o efeito, na tentativa de estabelecer uma relação entre os conceitos envolvidos e o conhecimento já existente. No segundo passo (*solve*), o aluno coloca em prática os diferentes caminhos, testando e comprovando a melhor resolução. Caso não seja encontrada uma solução para o problema, o aluno retoma à fase de pesquisa. O terceiro passo (*create*) exige ao aluno a criação de um produto que se relacione com o problema/solução. O aluno compara os dados com o problema, retira conclusões, e se necessário modifica. O quarto passo (*share*) envolva a comunicação dos resultados/soluções ao problema. Este passo não se limita apenas à comunicação, uma vez que exige que o aluno articule o seu pensamento com a comunicação e a interação, recebendo *feedback* e refletindo sobre o produto final. Nesta etapa

poderão surgir outras questões que retomem o aluno à fase de pesquisa. Na globalidade, os diferentes passos exigem uma reavaliação do produto, fazendo com que o aluno reflita sobre o seu pensamento – metacognição.

O professor assume um papel de mediador do processo de resolução dos alunos, procurando identificar falhas na lógica utilizada pelos alunos, generalizações baseadas em falsas suposições, desafiando os alunos a encontrar outras possibilidades, colocando questões que levem o aluno a relacionar os novos conceitos com aqueles que já detêm (Pizzini et al., 1989). Costa et al. (1985, citado por Pizzini et al, 1989) identificaram seis comportamentos que o professor deve adotar na estratégia de resolução de problemas:

- (1) Apresentar problemas aos alunos ou ajudar na sua identificação
- (2) Estabelecer um ambiente propício à resolução de problemas
- (3) Responsabilizar os alunos pelo processo de pesquisa e teste de hipóteses/soluções
- (4) Facilitar os dados/informação necessária à resolução do problema
- (5) Assistir os alunos nas suas estratégias de resolução
- (6) Não influenciar as ideias dos alunos, julgar ou expor explicações ou soluções

Em síntese, a resolução de problemas coloca o aluno no centro do processo de ensino e aprendizagem, desenvolvendo um leque de competências que vão desde as competências de raciocínio, à pesquisa de informação e comunicação. Acredita-se ainda que os vários processos necessários a resolução de problemas desenvolva competências ao nível da metacognição, isto é, o aluno avalia constantemente o seu processo de pensamento, procurando falhas e propondo novas propostas de resolução.

Alguns estudos

Em Espanha, Solaz-Portolés e Lopez (2007), realizam um estudo acerca da integração de representações na resolução de problemas. Estes investigadores consideram que a resolução de problemas exige a construção e manipulação de modelos mentais. Estes modelos estabelecem-se a partir da informação obtida a partir do problema e do conhecimento pré-existente. Como tal, o sucesso na resolução de problemas depende de diferentes tipos de conhecimento: declarativo (saber o quê: factos, definições e descrições), processual (saber como: regras de produção/sequência), estratégico (saber quando, onde e como aplicar o conhecimento), situacional (reconhecer situações) e esquemático (saber porquê: princípios ou esquemas. Os investigadores referem que na prática é difícil abordar os diferentes tipos de

conhecimento. Neste sentido, o uso de representações pode expor o conhecimento e a estrutura do conhecimento do aluno, além de facilitar os processos cognitivos complexos durante a resolução de problemas. Neste trabalho surgem ainda algumas recomendações para a prática letiva dos professores: estimular novos hábitos de aprendizagem através do desenvolvimento de competências como o explicar, relacionar e confrontar; desenvolvimento de novas práticas, como o trabalho laboratorial, tarefas de investigação, simulações, análise quantitativa de dados, explicações, pensamento crítico e tomada de decisão; encorajar a compreensão dos problemas através da discussão; fomentar o trabalho de grupo na resolução de problemas, diversificar a apresentação de problemas; promover a metacognição através da reflexão e verificação de resultados; limitar a informação do problemas apenas ao necessário de modo a não sobrecarregar o processo cognitivo do aluno.

Mukhopadhyay (2013) apresenta-nos um estudo da resolução de problemas no contexto da aprendizagem em ciências. O autor considera que a resolução de problemas por parte dos alunos possui características muito próximas ao trabalho realizado por cientistas. Os alunos que resolvem problemas recorrem à formulação de hipóteses, identificação de variáveis, realizam observações, experimentam, interpretam dados e retiram conclusões. O autor considera que a resolução de problemas contribui para uma aprendizagem efetiva da ciência pois no processo de pesquisa, o aluno confronta o seu conhecimento inicial com o conhecimento necessário à solução do problema. Este processo desafia a estrutura de próprio conhecimento, expondo as falhas e levando à construção de novo conhecimento, resultando assim numa aprendizagem eficaz. O autor sugere ainda algumas recomendações para a prática do professor, que promovam uma resolução de problemas potenciadora da aprendizagem dos alunos: a resolução de problemas não deve ser focada numa resposta única, mas encorajar os alunos a percorrer diferentes caminhos de resolução; os contextos do problema devem suscitar no aluno a vontade de encontrar uma resposta, promovendo a motivação e o gosto por aprender ciência; os alunos devem ter a liberdade e autonomia para realizar as suas pesquisas; a resolução de problemas deve assumir um papel de destaque na aprendizagem da ciência.

Role Play

O *role play* constitui uma estratégia de ensino inserida num contexto de “jogos de simulação”. De acordo com Gray (2004), são criados cenários de aprendizagem, com um determinado contexto, em que o aluno interpreta uma personagem. Neste jogo de interpretação de papéis, os alunos são desafiados a encontrar argumentos que defendam a sua posição perante

um problema (Ladousse, 1987). Considera-se essencialmente quatro momentos para o desenvolvimento de um jogo *role play*: o momento de preparação e explicação da tarefa por parte do professor, o momento de preparação dos argumentos por parte dos alunos, o momento de realização do *role play* e o momento de discussão final.

Dillon (1994) classifica a tarefa *role play* como uma tarefa de discussão, pois exige a participação de vários intervenientes perante um objetivo comum. O início da discussão dá-se pelo confronto de perspetivas, devidamente fundamentadas e com o objetivo de chegar a um maior entendimento da situação de partida. É esperado no final um consenso entre todos de forma a encontrar uma solução para o problema. A discussão não deve ser confundida com um debate, uma vez que, neste último, não se procura chegar a um entendimento, mas apenas a um confronto de ideias pré-concebidas.

O *role play* é reconhecido na literatura pela sua potencialidade em motivar os alunos a aprender ciência. No seu estudo, Tansey e Unwin (1969, citados por Gray, 2004), reportam que desde a utilização deste tipo de estratégia, motivação e o envolvimento por parte dos alunos nas aulas aumenta, inclusive aqueles com maior desinteresse. Estes investigadores referem ainda que os alunos com problemas de comportamento tornam-se frequentemente líderes eficazes neste jogo de papéis.

É importante que os alunos tenham a oportunidade de participar de forma ativa em questões controversas da ciência, preparando os seus argumentos e adquirindo uma atitude crítica perante a ciência. De acordo com Osborne (1999), a evolução da ciência é fruto do debate e do uso da retórica, um facto muitas vezes descurado no ensino das ciências. Para Galvão et al. (2006, p. 17) “a atitude crítica e a argumentação só são estimuladas pelo confronto de perspetivas e não através da apresentação de produtos científicos como verdades definitivas”.

O *role play* é ainda visto como uma estratégia de excelência para avaliar o conhecimento dos alunos, uma vez que num contexto informal, os alunos são encorajados a mobilizar os seus conhecimentos para gerar uma discussão à volta de um problema comum. Cavalcanti e Soares (2009) referem mesmo que o *role play* pode ser utilizado para avaliar o conhecimento dos alunos acerca do que estes aprenderam ao longo de uma unidade.

Alguns estudos

Apresentam-se em seguida alguns trabalhos realizados com alunos recorrendo à estratégia *role play*. Na Índia, Gray (2000) realizou um estudo envolvendo a estratégia *role play* com o objetivo de lidar com situações de conflito, atitudes e comportamento de forma criativa. Neste trabalho pretendeu-se proporcionar aos alunos a participação numa questão controversa e com fortes implicações na sociedade e na economia local. O contexto escolhido neste cenário foi a produção intensa de camarão em aquacultura na costa de Tamil Nadu. Esta problemática exigiu uma abordagem multidisciplinar englobando as ciências naturais, a economia, e ainda questões de natureza ética e legal. Os alunos participantes, com idades entre os 14 e os 15 anos, trabalharam em grupo interpretando diferentes personagens. Foram estabelecidas três categorias para a criação de personagens: a favor, contra e representantes do poder político e legal. Neste estudo foram utilizados como instrumentos de recolha de dados, as notas de campo do investigador, os registos escritos dos alunos e um questionário semi-estruturado. Os resultados evidenciaram que os alunos não estão habituados a este tipo de estratégias. No entanto, conseguiram reconhecer o seu valor, envolvendo-se ativamente na participação e na resolução pacífica de conflitos. Os alunos demonstraram uma consciência da problemática global e desenvolveram competências ao nível da comunicação, argumentação e capacidade de ouvir diferentes opiniões.

Em França, Simonneaux (2001) realizou um estudo com alunos do ensino secundário, de modo a perceber de que forma o *role play* influencia a argumentação em comparação com uma discussão convencional. A atividade foi gravada em formato vídeo e áudio e transcrita posteriormente. O investigador recorreu ainda a um estudo quantitativo para avaliar os argumentos antes e depois da discussão de forma a perceber se os alunos alteram a sua opinião. Interessa-nos particularmente a metodologia utilizada na realização da tarefa *role play*. O professor introduz um contexto fictício para a atividade, mas faz alusão a um encontro semelhante, realizado em contexto real. São fornecidos documentos e materiais informativos. Depois de atribuídos os papéis a desempenhar por cada aluno, estes preparam a sua base argumentativa e elaboram um conjunto de questões que gostariam de fazer aos restantes elementos. Na discussão, o professor mantém uma posição neutra e assume o papel de moderador, controlando o tempo de cada interveniente e se necessário, fomenta a discussão entre os alunos. Os alunos apresentam diferentes argumentos numa dimensão política, social, ecológica e de saúde pública. No final da atividade, cada grupo partilha a sua posição, procurando chegar a um consenso na tomada de decisão. Simonneaux (2001) conclui que o

role play promove nos alunos o desenvolvimento da argumentação e é capaz de ajudar os alunos a tornarem-se membros ativos da sociedade, envolvendo-se e discutindo questões sociais e científicas.

As multirrepresentações

Antes de falarmos de multirrepresentações é importante clarificar o que se entende por representação. O termo “representação” é frequentemente utilizado em contextos informais, quando nos referimos a algo concreto, que procura simular ou descrever um determinado objeto, fenómeno ou acontecimento. Na literatura educacional, o seu significado é por vezes ambíguo, surgindo diferentes definições de autor para autor. Para Gilbert (2005), uma representação é classificada quanto ao seu domínio real ou mental, isto é, uma representação externa (real) é aquela que é apresentada ao aluno sob a forma de texto, gráfico, vídeo, entre outras. Representação interna é a construção mental que o aluno faz quando exposto a determinada representação. A interpretação, ou o significado, que o aluno atribui à representação é designada por visualização (Gilbert, 2005). No âmbito deste trabalho serão consideradas apenas as representações no domínio real, ou seja, as representações externas. Assim, qualquer tipo de representação externa será abordado simplesmente pelo termo representação.

No que diz respeito à classificação do tipo de representação surgem cinco modos de representação distintos, o modo simbólico, verbal, concreto, visual e gestual (Gilbert, 2005). O simbólico faz uso dos símbolos, equações e expressões matemáticas. O verbal aplica-se à utilização de palavras ou voz. O concreto diz respeito aos materiais, como por exemplo, a utilização de modelos tridimensionais recorrendo a materiais em que o aluno interage. O visual diz respeito ao uso de diagramas, gráficos e animações. Por último, o gestual faz uso do corpo e do movimento.

Ainsworth (1999) propõe um tipo de ensino que promova a integração de múltiplas representações, isto é, sempre que recorremos a uma combinação de duas ou mais representações. A justificação para a integração das multirrepresentações na sala de aula está geralmente relacionada com os fatores motivacionais do aluno. Os diferentes estímulos provocados pelas multirrepresentações captam mais facilmente o interesse do aluno pelo conteúdo apresentado. No entanto, para que as tarefas que envolvam multirrepresentações

possam contribuir eficazmente para o processo de ensino e aprendizagem é importante conhecer as suas finalidades ou funções (Ainsworth, 1999).

Ainsworth (1999) defende que as multirrepresentações podem ser utilizadas de forma a desempenhar três funções distintas. Primeiro, a função de complementaridade, em que cada representação oferece informações únicas ou provoca diferentes inferências. Segundo, a função de auxílio à interpretação, isto é, recorre-se a uma representação familiar ao aluno com o objetivo de auxiliar na interpretação de uma outra mais complexa. E, por fim, a função de apoiar uma compreensão mais profunda, isto é, através da combinação de representações o aluno consegue extrair e estabelecer relações entre a informação obtida, generalizar para outro tipo de representações e ainda transitar entre as diferentes representações. O professor deve refletir sobre a função de cada representação de forma a utilizar as mais adequadas e em menor número possível. Ainsworth (2008) destaca ainda que as representações devem ser apresentadas de forma sequencial e com um grau de desafio crescente.

Outros autores defendem ainda que a aprendizagem do aluno é facilitada quando este se envolve ativamente na construção de diferentes modos de representação (Treagust, Duit, & Fischer, 2017). Este processo é desafiante porque implica que o aluno transfira a informação entre representações. Neste caso o professor assume um papel de facilitador dos conteúdos a abordar e os alunos utilizam diferentes representações.

Segundo Solaz-Portolés e Lopez (2007), o professor deve ponderar as melhores representações a utilizar nos seus materiais, o excesso de informação pode ser prejudicial para o aluno. Além disso, os diferentes modos de representação representam por si só um desafio para o aluno que devem ser reconsiderados aquando a sua implementação. Surgem na literatura recomendações relativas à forma como deverão ser apresentados diferentes modos de representação (Mayer, 2001). Exploram-se nesta secção as de especial interesse a este trabalho.

Nas representações verbais que incluam texto, o principal aspeto a ter em conta é a clareza do texto, este deve obedecer a alguns princípios de forma a contribuir para a aprendizagem do aluno. O texto deve destacar-se pela simplicidade, evitando frases ou palavras complexas. As frases devem ser curtas e o texto deve apresentar uma boa organização. Um aspeto importante é ainda a relevância, o texto deve ir ao encontro dos interesses do aluno.

Nas representações visuais que incluam animações, figuras, ou esquemas estas devem ser acompanhadas de uma descrição ou legenda que facilite a compreensão por parte do aluno.

A utilização de figuras ou vídeos reais é preferencial desde que não contenha informação desnecessária ao objetivo a que se propõe.

Uma das dificuldades mais destacadas na literatura relativamente ao uso de multirrepresentações diz respeito à transição entre diferentes modos de representação. Gilbert (2005) defende que as dificuldades sentidas pelos alunos nas transições entre modos de representação envolvem frequentemente diferentes níveis de representação. Gilbert (2005) distingue três níveis de representação: o nível macroscópico, submicroscópico e simbólico. Cada nível exige um maior grau de abstração e por isso o autor propõe que se faça uma introdução gradual às representações macro passando-se para representações submicro e posteriormente para simbólicas, só assim, o aluno é capaz de construir uma visualização do fenómeno. Estas sugestões estão de acordo com as recomendações para a educação em ciências porque partem do mesmo princípio de que os alunos precisam de se envolver em contextos que lhes são familiares e que lhes permita compreender o mundo real.

Alguns estudos

Nguyen e Rebello (2011) realizaram um estudo acerca das dificuldades dos alunos com multirrepresentações utilizadas na resolução de problemas de mecânica clássica. Os investigadores focaram-se em questões relacionadas com as dificuldades dos alunos, a evolução dessas dificuldades e a relação entre a sequência de apresentação de diferentes representações e a performance dos alunos. Participaram no estudo 20 alunos universitários do primeiro semestre de uma disciplina de Introdução à Física. A metodologia utilizada para a obtenção de dados foi através de uma entrevista que envolveu a resolução de problemas propostos pelo investigador. Neste tipo de entrevista, o investigador pode auxiliar o aluno através de pistas ou sugestões de resolução. Os alunos foram entrevistados em quatro ocasiões envolvendo quatro tópicos da Mecânica. Em cada entrevista recorre-se a três problemas com o mesmo contexto, mas com modos de representação distintos. Os investigadores recorrem a representações gráficas, expressões algébricas e numéricas. A sequência dos problemas envolvendo diferentes representações foi alternada a cada entrevista. Os resultados mostram que os alunos sentem dificuldades sobretudo na interpretação das representações que envolvem gráficos e funções. Ao nível dos gráficos, destacam-se a dificuldade na leitura dos valores e na obtenção de outras quantidades como por exemplo, o declive. Ao nível das funções, surgem dificuldades na manipulação das expressões e na interpretação de expressões algébricas em contextos de Física. Os investigadores chegaram também à conclusão de que nenhuma

sequência de apresentação é preferencial no que diz respeito à capacidade de resolver problemas. As dificuldades dos alunos são superadas à medida que são introduzidos mais problemas que envolvam multirrepresentações.

Wong et al. (2011) apresentam um caso de estudo da integração de multirrepresentações numa aula de mecânica para o estudo do movimento. Neste trabalho os investigadores procuraram identificar as potencialidades no uso das multirrepresentações para a resolução de problemas em Física. Os instrumentos de recolha de dados utilizados foram os registos escritos dos alunos, a observação dos investigadores e um questionário realizado após a intervenção. Os resultados evidenciaram que a construção de diferentes representações, e a transição entre a informação providenciada por cada uma, contribuiu para uma aprendizagem e uma compreensão mais profunda dos vários tópicos envolvidos. Os investigadores concluem que o uso de multirrepresentações facilita a resolução de problemas em Física. A respeito do feedback dos alunos, estes partilharam que gostariam de ter mais aulas neste formato, justificando que a aula lhes permites estabelecer relações e aplicar vários conceitos na resolução de problemas.

Na Turquia, Kurnaz e Arslan (2014) realizaram um estudo do uso de multirrepresentações para a aprendizagem de conceitos na unidade de Energia, do programa de Física. Participaram neste estudo, 68 alunos do primeiro ano do ensino universitário. Para a recolha de dados foi realizada uma entrevista com 11 alunos, antes e depois da intervenção. Os resultados demonstram que a utilização de multirrepresentações, nomeadamente o uso de tabelas, textos, mapas conceptuais e analogias contribuiu para uma aprendizagem significativa dos conceitos de energia. Os investigadores concluem que as multirrepresentações auxiliem a compreensão de conceitos abstratos.

CAPÍTULO III

UNIDADE DE ENSINO

No presente capítulo apresenta-se a proposta didática para o ensino do tema Movimentos na Terra, o qual integra o grande tema Movimentos e Forças, lecionado no 9.º de escolaridade. Esta proposta é organizada com o objetivo de conhecer de que forma as tarefas que envolvem multirrepresentações contribuem para aprendizagem dos alunos. O presente capítulo está organizado em quatro secções. Na primeira secção, faz-se um enquadramento curricular do estudo dos movimentos e apresenta-se um esquema organizador dos principais tópicos envolvidos. Na segunda secção apresenta-se a organização da proposta didática, evidenciando os diferentes modos de representação utilizados em cada tarefa. Na terceira secção faz-se uma breve descrição das tarefas, apresentando os seus objetivos gerais e momentos de aula. Na quarta secção apresenta-se o forma de avaliação dos alunos.

Enquadramento Curricular

O ensino da disciplina de Ciências Físico-Químicas no 3.º ciclo do ensino básico é orientado tendo em conta dois documentos: as orientações curriculares (Galvão et al., 2001) e as metas curriculares (Fiolhais et al., 2013). A leitura destes dois documentos permite perceber que na sua conceção estão visões diferentes para o ensino da Física e Química. As orientações curriculares embora orientem a prática do professor, oferecem uma perspetiva mais ampla do ensino das ciências, cabendo ao professor fazer a gestão do currículo. O documento estabelece a importância de desenvolver nos alunos competências que vão além do conhecimento científico, nomeadamente competências nos domínios do raciocínio, da comunicação e das atitudes que permitem ao aluno intervir na sociedade em questões de natureza científica. O desenvolvimento da literacia científica dos alunos é assim visto como um aspeto essencial para um exercício pleno da cidadania (Galvão et al., 2001). No caso das metas curriculares (Fiolhais et al., 2013), são identificadas as aprendizagens essenciais a realizar pelos alunos na disciplina de Ciências Físico Químicas, podendo o professor ir além das metas estipuladas.

As orientações curriculares (Galvão et al., 2001), recomendam momentos de aprendizagem que estabeleçam uma relação entre a ciência, tecnologia, sociedade e ambiente

(CTSA). Esta articulação é justificada com base nas potencialidades de um ensino das ciências mais abrangente, contextualizado e capaz de alargar horizontes, oferecendo o acesso aos produtos e processos da ciência. Espera-se ainda que a integração destes quatro domínios desenvolva uma maior consciencialização dos alunos do papel da ciência na sociedade.

As orientações curriculares organizam-se em quatro temas gerais: Terra no Espaço, Terra em Transformação, Sustentabilidade na Terra e Viver Melhor na Terra. No âmbito deste trabalho exploram-se conteúdos inseridos no tema “Viver Melhor na Terra”, lecionado no 9.º ano de escolaridade. Neste tema, incluem-se os conteúdos com relevância para a qualidade de vida, segurança e prevenção. Do ponto de vista prático, são sugeridos momentos de aprendizagem que permitam aos alunos participar em questões controversas transversais à ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (CTSA), nomeadamente através de discussões. Sugere-se ainda a realização de atividades ao ar livre que permitam a recolha e interpretação de dados para o estudo dos movimentos.

As metas curriculares são organizadas em diferentes domínios e subdomínios. No âmbito deste trabalho são abrangidos conteúdos no subdomínio Movimentos na Terra, que integram o domínio Movimentos e Forças. O subdomínio Movimentos na Terra tem como objetivo introduzir as bases ao estudo da cinemática. Incluem-se os casos particulares dos movimentos retilíneos sem inversão de sentido e com velocidades variáveis ou constantes.

Os conteúdos e tópicos envolvidos no tema “Movimentos na Terra” são organizados num esquema organizador (Figura 3.1).



Figura 3.1. Esquema organizador dos conteúdos na subunidade de ensino

No esquema organizador procura-se identificar os principais conteúdos. Identifica-se na posição central do esquema, o tema da unidade. A partir daqui, surgem quatro ramificações que se prendem com a classificação dos movimentos (quanto à trajetória e quanto à variação de velocidade), as grandezas físicas envolvidas (escalares e vetoriais), as principais representações que descrevem o movimento (gráficos e tabelas) e ainda o subtema segurança rodoviária (que reúne grande parte dos conteúdos trabalhados na unidade). Os alunos recorrem a grandezas físicas para descrever os movimentos e utilizam (e constroem) diferentes modos de representação que poderão incluir texto, tabelas ou gráficos.

Dificuldades dos alunos na unidade

Um aspeto essencial à prática do professor na leção de uma nova unidade didática consiste na revisão de literatura a respeito das dificuldades e concepções dos alunos ao tópico em estudo. A importância de tal prática prende-se com a possibilidade de conhecer e antecipar algumas das dificuldades e concepções dos alunos, preparando materiais e adotando estratégias que melhor contribuam para a sua aprendizagem (Baptista & Conceição, 2017). Assim como Gilbert, Osborne e Fensham (1982) referem, os alunos trazem para a sala de aula conceitos que são diferentes daqueles do professor. Estas concepções dos alunos, são construídas muitas vezes fora da sala de aula. Resultam da curiosidade natural do aluno em experimentar e interagir com diferentes situações do dia a dia. No que diz respeito ao ensino das ciências, estas resultam de um conhecimento científico imaturo na síntese da informação obtida (Vosniadou, 2012). Tais concepções representam um desafio para o professor porque são difíceis de derrubar. A melhor abordagem não é esquecer que estas existem, mas promover o confronto entre as ideias prévias dos alunos e o conhecimento científico aceite pela comunidade, na tentativa de substituir tais concepções.

No que diz respeito ao estudo dos movimentos, este surge na literatura frequentemente associado ao estudo das forças, constituindo a base para o estudo da mecânica. Desta forma, os estudos centram-se frequentemente nas dificuldades envolvidas nos tópicos das Forças, sendo a literatura escassa no que diz respeito ao movimento. Ainda assim, é possível evidenciar em alguns estudos que os alunos apresentam dificuldades em relacionar os conceitos de distância, tempo e rapidez, requisito essencial para a compreensão de tópicos mais avançados de física (Driver, Squires, Rushworth, & Wood-Robinson, 1994). Os autores sugerem momentos de aprendizagem que permitam ao aluno envolver-se ativamente, através da medição e manipulação das diferentes variáveis.

Outro estudo, realizado por Jones (1983) com alunos entre os 11 e os 16 anos de idade, procurou perceber as dificuldades a respeito da velocidade, rapidez média e aceleração. Para a recolha de dados o investigador recorreu a uma entrevista, em que preparou um conjunto de questões envolvendo o movimento de um carro e o lançamento de uma bola. Os resultados obtidos a respeito das dificuldades dos alunos permitem concluir que estes não distinguem o conceito de velocidade do conceito de rapidez. Outra dificuldade diz respeito ao raciocínio de proporcionalidade, os alunos consideram que um aumento de velocidade implica necessariamente um aumento da aceleração. Esta dificuldade revela-se por exemplo, num contexto em que uma bola desliza numa rampa, sob ação da força gravítica e desprezando quaisquer forças de atrito, estes consideram que o valor da aceleração aumenta.

Uma outra dificuldade que surge na literatura e importa referir no contexto deste trabalho é as dificuldades dos alunos com a matemática. A investigação mostra-nos que os alunos sentem dificuldades na matemática para a descrição do movimento. Tais dificuldades prendem-se com o raciocínio de proporcionalidade (Driver et al., 1994), já referido anteriormente, e na interpretação de gráficos. Kerslake (1981) refere que os alunos têm a tendência de interpretar os gráficos de distância em função do tempo como representantes da trajetória do corpo.

Como já foi referido no segundo capítulo, as dificuldades dos alunos universitários na manipulação de representações gráficas e expressões algébricas (Nguyen & Rebello, 2011), permite inferir que tais dificuldades persistem desde o ensino básico, demonstrando a importância de conceber estratégias que permitam aos alunos envolver-se em diferentes representações gráficas de modo a adquirir uma maior compreensão de alguns conceitos chave no estudo da mecânica.

Organização da Proposta Didática

A proposta didática referente à unidade Movimentos na Terra integra tarefas de resolução de problemas e *role play*. Ambas as tarefas procuram integrar o uso de multirrepresentações, bem como fomentar o envolvimento do aluno na construção e manipulação de diferentes representações. Nesta secção são descritas algumas das opções tomadas na lecionação da unidade Movimentos na Terra, nomeadamente, a sequência de conteúdos envolvidos, os

diferentes modos de representação, assim como uma breve descrição das tarefas, onde se apresentam os contextos e os principais aspetos das tarefas.

A lecionação do tema Movimentos na Terra concretiza-se através da planificação das aulas (Apêndice A) e implementação de cinco tarefas (Apêndice B) em contexto escolar, assumindo as funções de professor e num ambiente familiar aos alunos. A intervenção decorre ao longo de 11 aulas de 60 minutos durante o 2.º período numa turma do 9.º ano com 28 alunos. Todos os alunos realizam as tarefas propostas e o modo de trabalho dos alunos é em grupo de três a quatro elementos.

As planificações das aulas são construídas por tarefa e assumem especial importância na preparação do professor a cada intervenção. Cada planificação contempla os seguintes itens: tarefas e atividades de aprendizagem (os momentos de aula); duração esperada; atividades dos alunos e possíveis dificuldades; respostas do professor e aspetos a ter em conta; objetivos e avaliação dos alunos, tendo-se seguido a estrutura de planificação proposta por Roback et al. (2006).

As tarefas concebidas apresentam uma natureza de resolução de problemas que, segundo Ponte (2008), definem-se pelo elevado grau de desafio e estrutura mais fechada. Pretende-se que as tarefas estabeleçam o primeiro contacto do aluno com o conteúdo a abordar em cada aula, representando logo à partida um desafio elevado para o aluno (Wellington, 2002). Ao nível da estrutura as tarefas partem de um contexto problema, apresentando em seguida diferentes questões objetivas e claras quanto ao que os alunos precisam de dar resposta. No entanto, os alunos poderão recorrer a diferentes caminhos no seu processo de resolução, inclusive na manipulação de diferentes modos de representação.

Ao nível da sequência de conteúdos opta-se por seguir a proposta apresentada nas metas curriculares, considerando que esta facilita a compreensão dos alunos. Mais concretamente, através do início ao estudo da noção de trajetória e prosseguindo até ao conceito mais abstrato da aceleração. O último tópico a ser desenvolvido é a segurança rodoviária porque permite integrar todos os conteúdos envolvidos na unidade. No entanto, as tarefas propostas para os alunos pretendem ir mais além das aprendizagens essenciais identificadas nas metas curriculares, prova disso são alguns dos contextos escolhidos que incluem movimentos retilíneos com inversão de sentido (nas metas curriculares são apenas considerados movimentos sem inversão de sentido). As opções tomadas na planificação das tarefas vão ao encontro das orientações curriculares (Galvão et al., 2001) e das recomendações a nível

internacional (OECD, 2013), pois permitem que os alunos trabalhem contextos reais e desafiantes. Gilbert (2005) destaca ainda a importância de partir de contextos reais e familiares aos alunos, para contextos mais abstratos, como são exemplo, os conceitos de velocidade e rapidez média. Apresenta-se no quadro 3.1 a sequência de conteúdos envolvidos bem como os diferentes modos de representação incluídos em cada tarefa.

Quadro 3.1 Conteúdos abordados em cada tarefa e modos de representação envolvidos

Tarefa	Conteúdos	Modos de Representação
Corrida às Medalhas	Trajetória; instante e intervalo de tempo; distância percorrida; rapidez média.	Visual – Mapa, representação da trajetória Verbal – Descrição do Movimento Simbólico – Expressões algébricas
Estafeta Vaivém	Gráficos posição-tempo; gráfico distância-tempo.	Visual – Construção de gráficos e tabelas Simbólico – Expressões algébricas Verbal – Descrição do movimento
Bobsleigh	Velocidade como uma grandeza vetorial: valor, intensidade e sentido	Visual – Vídeo, trajetória do corpo, representação estroboscópica Verbal – Descrição do movimento Simbólico – Expressões algébricas, representação vetorial
Voo de teste do Grasshopper	Gráficos velocidade-tempo; movimentos uniformemente variados	Visual – Vídeo, leitura de gráficos e tabelas Verbal – Descrição do movimento Simbólico – Expressões algébricas, representação vetorial
<i>Role Play:</i> Segurança Rodoviária	Tempo de reação, tempo de travagem; distância de reação; distância de travagem; fatores que determinam a distância de segurança.	Visual – Leitura de gráficos e tabelas Verbal – Descrição do Movimento, apresentação de argumentos, redação de uma ata Simbólico – Expressões algébricas

As tarefas construídas para a unidade Movimentos na Terra apresentam uma estrutura comum que se destaca pelo uso das multirrepresentações e pelo seu design. O ponto de partida para o desenho das tarefas são os conteúdos e os objetivos de aprendizagem que se pretendem alcançar. As tarefas desenvolvem-se a partir de diferentes ações do professor que incluem momentos para a introdução das tarefas, trabalho autónomo dos alunos, discussão coletiva e síntese final (Oliveira et al., 2013).

A introdução das tarefas é conseguida através da combinação entre texto, imagem ou vídeo em que se procura motivar o aluno recorrendo a contextos reais e familiares. Na fase de introdução o professor pede a um aluno que faça a leitura da tarefa e são discutidos aspetos relacionados com o contexto. O momento de trabalho autónomo dos alunos é realizado em grupos de 3 a 4 elementos, à exceção da tarefa *role play* que foram formados grupos de 5 e 6 elementos. Todos os alunos recebem um enunciado e registam as suas respostas nos espaços indicados na tarefa. O momento de discussão é particularmente importante porque envolve a participação dos alunos na interpretação das diferentes representações (Opfermann et al., 2017). No momento de discussão o professor utiliza o questionamento para gerar uma discussão acerca das respostas dos alunos, procurando que estes partilhem as suas respostas e confrontem diferentes propostas de resolução. No momento de síntese o professor utiliza o quadro de sala de aula para escrever uma síntese ou o projetor para apresentar os principais tópicos. Todos os alunos registam nos seus cadernos a síntese do professor.

De forma a trabalhar as competências ao nível das atitudes e dada a natureza da tarefa promove-se o trabalho de grupo dos alunos. Os grupos são formados pelo professor com o critério de formar grupos heterogéneos ao nível do desempenho. Tendo em conta o objetivo deste trabalho, os alunos são constantemente desafiados a utilizar diferentes modos de representação.

Breve descrição das tarefas

Nesta secção, descrevem-se sucintamente as cinco tarefas contruídas para a unidade Movimentos na Terra. Apresenta-se, em cada uma, os objetivos gerais e específicos, sendo estes, o principal foco para a construção das tarefas. Identificam-se ainda os vários momentos da aula e respetiva duração.

Tarefa 1

A primeira tarefa, "Corrida às Medalhas", tem como objetivo introduzir o conceito de rapidez média, desta forma, parte-se de um contexto em que os alunos trabalham numa primeira fase os conceitos de trajetória, espaço percorrido e intervalo de tempo. Só depois, os alunos tomam conhecimento da expressão para o cálculo da rapidez média. O contexto da tarefa é de uma empresa estafeta que decide atribuir medalhas aos seus colaboradores consoante a sua prestação. Numa fase inicial são apresentadas duas medalhas: uma atribuída ao colaborador

com a maior distância percorrida; e outra atribuída ao colaborador que termine o serviço no menor intervalo de tempo. Os alunos tomam conhecimento do percurso a partir de duas fontes de informação: um mapa, que indica o trajeto realizado por cada colaborador; e um texto, com a descrição do percurso de cada condutor.

O desafio colocado aos alunos consiste em analisar a informação da tarefa para decidir a quem devem ser atribuídas as medalhas, o que inclui por exemplo, a utilização de um fio de lã colocado sobre a trajetória do mapa que, com a devida escala, permite obter o espaço percorrido. É ainda pedido que encontrem uma forma de organizar os dados de forma a dar resposta ao problema.

O momento de discussão é importante para que os alunos apresentem as suas respostas e para o professor lançar questões que levem os alunos a repensar a atribuição das medalhas, nomeadamente se poderá existir uma alternativa para avaliar a eficiência dos condutores. Numa segunda aula os alunos retomam a tarefa e é apresentada a medalha da rapidez média, atribuída ao condutor mais rápido. Nesta fase da tarefa os alunos calculam a rapidez média para cada condutor e para diferentes intervalos do percurso, permitindo uma discussão mais rica do conceito de rapidez média.

Quadro 3.2 Tarefa Corrida às Medalhas: Objetivos e momentos da aula

Objetivos gerais: Conhecer os conceitos de trajetória, distância percorrida, instante e intervalo de tempo Introduzir o conceito de rapidez média		
Corrida às Medalhas	Momentos da Aula	Objetivos específicos
Aula 1 – Parte I (60 minutos)	1.º - Introdução da temática e da tarefa 2.º - Trabalho autónomo dos alunos para dar resposta ao problema 3.º - Discussão final em turma	Analisar mapas de trajetórias e retirar informação relativa à distância percorrida Distinguir instante de intervalo de tempo e determinar intervalos de tempos Organizar os dados recolhidos sob a forma de tabela ou outra Explicar o raciocínio utilizado na resolução da tarefa
Aula 2 – Parte II (60 minutos)	1.º - Leitura da tarefa 2.º - Trabalho autónomo 3.º - Discussão das respostas dos alunos 4.º - Síntese final	Definir e calcular a rapidez média de um corpo Explicar o raciocínio utilizado na resolução da tarefa

Tarefa 2

Na segunda tarefa, “Estafeta Vaivém”, pretende-se abordar os gráficos de posição-tempo que descrevam movimentos segundo trajetórias retilíneas. O desafio proposto aos alunos engloba a planificação e realização de uma corrida de forma a recolher dados para o esboço dos respetivos gráficos de posição e distância percorrida em função do tempo.

No contexto da tarefa é apresentada uma atividade proposta pelo professor de Educação Física que inclui as características de uma corrida estafeta e de uma prova vaivém. Os alunos trabalham em grupo de quatro a cinco elementos e realizam um percurso retilíneo com inversão de sentido. As medições são realizadas por um elemento do grupo e os dados são posteriormente organizados numa tabela que incluem o instante de tempo, a posição e a distância percorrida.

A segunda aula é destinada ao esboço e interpretação dos gráficos. Tendo em conta as dificuldades que os alunos sentem na transição entre diferentes representações (já discutido no enquadramento teórico) prevê-se que a descrição do movimento a partir da leitura dos gráficos represente um desafio para os alunos. No entanto, pelo facto de serem eles mesmo a realizar a corrida, acredita-se que o processo de transferência seja facilitado.

Na Parte II da tarefa surge novamente um gráfico de posição-tempo, desta vez, para uma prova estafeta. No mesmo gráfico é possível visualizar três curvas que descrevem o movimento de três equipas de atletas, neste caso, a origem da posição não coincide com o instante inicial. É proposto aos alunos que identifiquem e justifiquem a que equipa pertence cada curva com base em algumas informações fornecidas. O momento de discussão permite que o professor trabalhe com os alunos alguns aspetos adicionais, como a conversão de unidades nas unidades do Sistema Internacional e o cálculo da rapidez média a partir da leitura do gráfico.

Quadro 3.3 Tarefa Estafeta Vaivém: Objetivos e momentos da aula

Objetivos gerais:		
Introduzir os gráficos de posição-tempo para trajetórias retilíneas		
Estafeta Vaivém	Momentos da Aula	Objetivos específicos
Aula 1 – Parte I (60 minutos)	1.º - Introdução da tarefa 2.º - Trabalho autónomo para planificar uma atividade ao ar livre 3.º - Discussão da planificação 4.º - Realização da atividade	Planificar uma atividade Medir posições e tempos em movimentos reais, de trajetórias retilíneas com inversão de sentido

Objetivos gerais: Introduzir os gráficos de posição-tempo para trajetórias retilíneas		
Aula 2 – Parte I (60 minutos)	1.º - Continuação da tarefa 2.º - Trabalho autónomo para organização dos dados recolhidos 3.º - Trabalho autónomo para a construção dos gráficos e descrição do movimento 4.º - Discussão coletiva dos resultados	Organizar os dados recolhidos em tabelas Definir distância percorrida como o comprimento da trajetória entre duas posições Construir gráficos de posição e gráficos de distância percorrida em função do tempo Descrever o movimento com base na leitura de gráficos Concluir que um gráfico de posição-tempo não contém informação sobre a trajetória de um corpo
Aula 3 – Parte II (40 minutos)	1.º - Introdução da parte II da tarefa 2.º - Trabalho autónomo dos alunos 3.º - Síntese final	Interpretar gráficos de posição-tempo para trajetórias retilíneas com movimentos realizados no sentido positivo, podendo a origem das posições coincidir ou não com a posição no instante inicial Associar diferentes movimentos ao respetivo gráfico de posição-tempo Explicar o raciocínio utilizado

Tarefa 3

A terceira tarefa, “*Bobsleigh*”, tem como objetivo trabalhar o conceito de velocidade e a sua representação vetorial. Apesar do estudo dos Movimentos no 9.º de escolaridade restringir-se a movimentos retilíneos, a representação do vetor velocidade pode ser abordada em outros contextos. Assim, o contexto escolhido para esta tarefa é de uma prova olímpica de *Bobsleigh* em que se analisa a trajetória realizada por um trenó.

Numa primeira fase os alunos realizam uma pesquisa no manual que lhes permite distinguir o conceito de velocidade do conceito de rapidez média. É importante relembrar que os alunos já trabalharam o conceito de rapidez média e conseguem agora perceber que a velocidade sendo vetorial, é muitas vezes confundida na linguagem no dia a dia. A discussão gerada pelo professor permite que os alunos tenham em consideração as características do vetor velocidade, nomeadamente ao nível da sua representação simbólica e vetorial.

Numa segunda fase apresenta-se a trajetória do trenó e os alunos são desafiados a representar o vetor velocidade a diferentes pontos do percurso, para isso, terão de ter em conta a intensidade do vetor de acordo com os valores de velocidade instantânea apresentados numa tabela. Os alunos classificam o movimento quanto à variação do valor de velocidade e por fim, o professor termina com uma discussão coletiva.

Na segunda aula, de forma a esclarecer possíveis dúvidas em relação à representação vetorial, o professor introduz um *software* de simulação, que permite demonstrar o que se entende por um vetor que é tangente à trajetória. Posteriormente, os alunos retomam à realização da tarefa, em que lhes é apresentada uma outra representação estroboscópica do movimento de travagem do trenó. Os alunos representam o vetor velocidade e classificam o tipo de movimento quanto à variação do valor de velocidade. Por fim, o professor gera uma discussão com a turma, discutindo as respostas dos alunos e preparando uma síntese final dos conteúdos abordados.

Quadro 3.4 Tarefa Bobsleigh: Objetivos e momentos da aula

Objetivos gerais: Introduzir o conceito de velocidade Classificar o tipo de movimento		
Bobsleigh	Momentos da Aula	Objetivos específicos
Aula 1 (60 minutos)	1.º - Introdução da tarefa / visualização de um vídeo 2.º - Trabalho autónomo de pesquisa no manual 3.º - Discussão coletiva do conceito de velocidade 4.º - Momento de trabalho autónomo 5.º - Discussão coletiva	Distinguir velocidade de rapidez média Representar a velocidade num dado instante por um vetor, com o sentido do movimento, direção e tangente à trajetória Classificar movimentos em acelerados ou retardados a partir dos valores de velocidade e da sua representação vetorial
Aula 2 (60 minutos)	1.º - Introdução/ Continuação da tarefa 2.º - Trabalho autónomo para dar resposta ao problema 3.º - Discussão das respostas dos alunos e síntese final	Concluir que as mudanças de direção do vetor velocidade implicam uma variação de velocidade

Tarefa 4

A tarefa 4, “Voo de teste do *Grasshopper*”, tem como objetivo abordar os gráficos de velocidade-tempo e a aceleração média, contudo, tendo em conta as dificuldades dos alunos na interpretação de gráficos adota-se uma sequência que possibilite o aluno envolver-se num contexto real e desafiante, além disso, espera-se com esta tarefa que o aluno confronte os seus conhecimentos na descrição do movimento antes e depois de recorrer aos gráficos de velocidade-tempo.

Opta-se para esta tarefa um contexto com uma forte ligação entre a tecnologia, a engenharia e a sociedade. A *Space X*, empresa privada no ramo aeroespacial, é atualmente uma empresa revolucionária no setor devido à tecnologia desenvolvida para a reutilização dos seus propulsores. A inovação demonstrada pela *Space X* permite uma redução considerável no custo de cada lançamento.

Numa fase inicial, que podemos classificar como uma fase de motivação, os alunos observam um vídeo do voo de teste de um dos propulsores, o *Grasshopper*, utilizados pela *Space X*. Neste voo, o propulsor realiza um movimento retilíneo vertical de descolagem e aterragem. É pedido aos alunos que descrevam o movimento do *Grasshopper* com base na visualização do vídeo.

A tarefa desenvolve-se a partir da leitura do gráfico de velocidade-tempo do propulsor e os alunos descrevem o movimento através da leitura do gráfico. O professor discute ainda com os alunos as potencialidades da representação do movimento sobre a forma de gráfico. De seguida, é pedido aos alunos que pesquisem no manual como poderão determinar a variação de velocidade do propulsor, encaminhando assim para o conceito de aceleração média. Os alunos classificam o tipo de movimento com base na leitura do gráfico e nos valores de aceleração média.

Numa fase final da tarefa retoma-se à questão de partida da descrição do movimento do propulsor, agora, com base nas novas informações, os alunos são questionados o que podem acrescentar à descrição do movimento.

Quadro 3.5 Tarefa Voo de teste do Grasshopper: Objetivos e momentos da aula

Objetivos gerais: Compreender os gráficos de velocidade-tempo Introduzir o conceito de aceleração média		
Voo de teste do Grasshopper	Momentos da Aula	Objetivos específicos
Aula 1 – Parte I (60 minutos)	1.º - Introdução da tarefa / visualização de um vídeo 2.º - Trabalho autónomo para descrever o movimento a partir do vídeo 3.º - Trabalho autónomo para descrever o movimento a partir do gráfico de velocidade-tempo 4.º - Discussão coletiva e síntese	Interpretar gráficos de velocidade-tempo para movimentos retilíneos com inversão de sentido Distinguir movimentos retilíneos uniformemente variados (acelerados ou retardados) e identificá-los em gráficos de velocidade-tempo Classificar movimentos em uniformemente acelerados ou uniformemente retardados a partir de gráficos de velocidade-tempo Definir aceleração média e indicar a respetiva unidade SI
Aula 2 – Parte II (60 minutos)	1.º - Introdução da parte II da tarefa 2.º - Trabalho autónomo para dar resposta ao problema 3.º - Discussão das respostas dos alunos 4.º - Síntese final	Representar os vetores velocidade e aceleração média Classificar movimentos retilíneos em uniformemente acelerados ou retardados a partir do sentido dos vetores de velocidade e aceleração média

Tarefa 5

A última tarefa da intervenção incide sobre o tema da Segurança Rodoviária. Este tema assume especial importância no estudo dos movimentos porque abrange todos os tópicos e conteúdos abordados na subunidade Movimentos na Terra. Por este motivo, opta-se por construir uma tarefa que permita que os alunos apliquem, não só, todos os seus conhecimentos, como também, reflitam sobre implicações na sociedade e na qualidade de vida. Concretiza-se estas ideias através de uma tarefa *role play* a respeito da proposta de alteração dos limites de velocidade nas zonas urbanas.

A tarefa divide-se em duas aulas, uma para o planeamento e outra para a realização da discussão. Os alunos são divididos em cinco grupos e é-lhes atribuído papéis distintos que têm de desempenhar durante toda a tarefa. Os papéis atribuídos representam diferentes áreas de especialidade com relevância para a discussão do tema: políticos, engenheiros, polícias,

ambientalistas e os professores de física. O professor assume o papel de moderador durante a sessão.

Os alunos começam por realizar uma pesquisa no manual e num documento orientador de forma a reunir informação para suportar as suas intervenções. No dia da discussão cada grupo elege um representante para participar na discussão e o professor utiliza o quadro de sala de aula para projetar algumas das evidências encontradas pelos especialistas. Os Professores de Física utilizam gráficos de velocidade-tempo para justificar a distância de segurança a diferentes velocidades. Os polícias esclarecem os fatores que influenciam o tempo de reação e o tempo de travagem. Os Engenheiros recorrem a gráficos de colisão para explicar a relação entre a gravidade dos acidentes e a velocidade de circulação. Os Políticos recorrem aos últimos dados de sinistralidade automóvel, recorrendo a tabelas e documentos legislativos para justificar a pertinência do encontro. Os ambientalistas focam-se na emissão de poluentes e no gasto de combustível. Por fim, os alunos escrevem a ata relativa à discussão realizada.

Quadro 3.6 Tarefa Segurança Rodoviária: Objetivos e momentos da aula

Objetivos gerais: Introduzir o tema da Segurança Rodoviária		
Segurança Rodoviária	Momentos da Aula	Objetivos específicos
Aula 1 – Parte I (60 minutos)	1.º - Introdução da temática e da tarefa 2.º - Trabalho autónomo de pesquisa 3.º - Trabalho autónomo para preparação dos argumentos de cada especialista	Pesquisar e seleccionar informação pertinente Determinar a distância percorrida usando um gráfico de velocidade-tempo Distinguir, numa travagem de um veículo, tempo de reação de tempo de travagem, indicando os fatores de que depende cada um deles
	1.º - Preparação da discussão 2.º - Realização da discussão 3.º - Trabalho autónomo para a redação de uma ata	Explicar como se pode determinar a distância de segurança Utilizar linguagem científica e argumentar a sua posição com base em evidências

Avaliação

A avaliação é entendida como uma componente essencial no planeamento de qualquer unidade didática, pois permite contribuir para uma aprendizagem mais rica, valorizando o trabalho realizado pelo aluno e promovendo um maior envolvimento deste no processo de ensino e aprendizagem (Galvão et al., 2001). Concretamente, não existe um método de avaliação único ou melhor que outro, cabe o professor escolher o método mais adequado à experiência educativa dos seus alunos.

De acordo com um estudo realizado por Black e William (1998), os alunos que frequentam aulas onde a avaliação é fundamentalmente formativa aprendem mais e melhor, obtendo melhores resultados. O estudo aponta ainda que alunos com mais dificuldades de aprendizagem beneficiam significativamente deste método de avaliação. Para Fernandes (2006), a avaliação formativa “trata-se de uma avaliação interativa, centrada nos processos cognitivos dos alunos e associada aos processos de feedback, de regulação, de autoavaliação e de autorregulação das aprendizagens” (p. 23). O autor defende que este tipo de avaliação formativa nem sempre é aquele que é utilizado, recorrendo-se geralmente, a uma avaliação que incide unicamente nos resultados dos alunos. O autor propõe a introdução de uma avaliação formativa alternativa.

A avaliação formativa alternativa (Fernandes, 2006) tem como objetivo melhorar o processo de ensino e aprendizagem, atribuindo ao aluno um papel mais significativo. O autor indica algumas características para a execução deste tipo de avaliação: utilização de um feedback inteligente, intencional e frequente, capaz de motivar e desenvolver a autoestima dos alunos; responsabilizar o aluno pelo seu processo de aprendizagem; promover a interação entre professor e aluno; construir tarefas que permitam desenvolver nos alunos os processos de análise, síntese, e seleção de informação; promover um ambiente favorável à aprendizagem.

Considera-se atualmente que a avaliação dos alunos deva incidir no desenvolvimento de competências várias, tais como: a pesquisa e seleção de informação; a compreensão de conceitos através da explicação por palavras próprias; a recolha e interpretação de dados; a participação em discussões; a resolução de problemas; a argumentação bem como a utilização de linguagem científica. De acordo com Santos (2003), a avaliação de competências tem um carácter regulador, incidindo na vivência dos alunos na sala de aula e ocorrendo de forma intencional e contínua por parte do professor. A investigadora elabora algumas orientações:

- i) desenvolver-se num ambiente de confiança, onde errar é visto como natural e não penalizador
- ii) privilegiar-se uma observação formativa em situação e no quotidiano
- iii) favorecer-se a metacognição como fonte de auto-regulação

(Santos, 2003, p. 20)

Neste sentido, recorre-se a uma avaliação formativa alternativa, incidente no processo de regulação das aprendizagens do aluno. O professor assume um papel de mediador do processo de aprendizagem, colocando questões que orientem e motivem o aluno a querer saber mais. No que diz respeito à resolução de problemas, privilegia-se o processo de resolução do aluno, recorrendo ao feedback oral e escrito com o objetivo de ajudar o aluno a detetar as suas fraquezas e a identificar pontos de melhoria.

CAPÍTULO IV

MÉTODOS E PROCEDIMENTOS

Este estudo tem como finalidade conhecer de que forma é que as multirrepresentações contribuem para as aprendizagens dos alunos acerca dos Movimentos na Terra. Este capítulo está organizado em quatro secções. Na primeira secção fundamenta-se a metodologia de investigação utilizada neste trabalho. Na segunda secção caracterizam-se os participantes deste trabalho. Na terceira secção descrevem-se os instrumentos utilizados para a recolha de dados, nomeadamente a observação, a entrevista e os documentos escritos. Na última secção apresenta-se o método de análise de dados utilizado e as categorias de análise que emergiram dos dados recolhidos.

Fundamentação Metodológica

Numa investigação, é fundamental explicitar os princípios metodológicos e os métodos utilizados para dar resposta ao objetivo proposto. Neste trabalho realiza-se uma investigação qualitativa assente na apreciação crítica do investigador, em oposição aos métodos quantitativos, para a identificação e descrição das variáveis existentes (Tuckman, 2005). Neste tipo de investigação são privilegiados os contextos e as situações do mundo real. O investigador posiciona-se num ambiente natural, e parte de um paradigma interpretativo, procurando compreender em detalhe o contexto dos seus participantes (Patton, 2002).

Bogdan e Biklen (1994) destacam cinco características da investigação qualitativa: (1) a investigação é realizada geralmente em ambiente natural, isto é, o investigador preocupa-se com o contexto do caso de estudo, porque assume que o comportamento humano é influenciado pelo contexto em que ocorre; (2) os dados da recolha são de carácter descritivo, garantido uma recolha de dados minuciosa e muitas vezes com significado pessoal; (3) privilegia-se o processo em vez dos resultados ou produtos, isto é, há um interesse pelo contexto do caso de estudo e todos os pormenores que estejam a este relacionados; (4) o tratamento de dados não tem como objetivo testar hipóteses, mas sim criar uma rede de conhecimento à medida que os dados são realizados; e (5) o investigador questiona-se constantemente, interpretando e atribuindo significado aos dados recolhidos.

A vantagem da investigação qualitativa está no constante questionamento pelo investigador sobre o sujeito de investigação e o interesse em relacionar os seus resultados com o comportamento e experiências humanas. Contudo, a investigação qualitativa também apresenta algumas limitações. Fernandes (1991) destaca a questão da subjetividade inerente às interpretações e convicções do investigador na análise de dados, como também, o tempo necessário para a realização de estudos prolongados, exigindo dedicação por parte dos investigadores bem como, os recursos financeiros necessários. Patton (2002) refere ainda que os estudos qualitativos não permitem fazer generalizações, centrando-se apenas na esfera de conhecimento do estudo realizado.

Dado os objetivos de investigação para este trabalho, é crucial que o investigador se relacione com os participantes interpretando as visões e os significados por estes atribuídos, por isso, opta-se por um paradigma interpretativo. Neste estudo o professor é também o investigador, os seus participantes são alunos de uma turma de 9.º ano de escolaridade e a investigação decorre num ambiente natural e familiar aos alunos, a sala de aula. A investigação segue uma abordagem qualitativa privilegiando os métodos de descrição, indução e interpretação de dados recolhidos.

Participantes

Participam neste estudo 28 alunos de uma turma de 9.º ano de escolaridade. Destes alunos, dezasseis são do sexo feminino e doze do sexo masculino, com idades entre os 14 e os 15 anos. Quanto ao aproveitamento escolar, apenas um aluno está a repetir o 9.º ano. Os restantes alunos frequentaram o 8.º ano de escolaridade no ano letivo 2016/2017. A turma é bastante heterogénea ao nível do desempenho, havendo alunos excelentes e com bons resultados, alunos esforçados com resultados abaixo da média, e alunos com mais dificuldades. Os alunos são simpáticos e individualmente são interessados e empenhados, no entanto, globalmente a turma é prejudicada pelo comportamento e distração de alguns alunos.

A escola onde se realiza a intervenção pertence à região de Lisboa e possui todos os anos de escolaridade, desde o jardim de infância ao décimo segundo ano. Do total de 1465 alunos, 368 frequentam o 3.º ciclo e 278 o ensino secundário. Os alunos encontram-se distribuídos por 58 turmas e numa média de 25 alunos por turma. Ao nível de infraestruturas

dispõe de laboratórios, sala multimédia e salas específicas para as tecnologias. Os laboratórios estão bem equipados tanto ao nível da instrumentação como de substâncias.

Recolha de Dados

Os instrumentos de recolha de dados que podem ser utilizados numa investigação qualitativa são: a entrevista, a observação e os documentos escritos (Denzin & Lincoln, 1998). Denzin e Lincoln (1998) referem que a utilização de vários métodos de recolha de dados, realizando a sua triangulação, garantem uma maior validação dos mesmos, aumentando o rigor da investigação.

Entrevista

As entrevistas são utilizadas como ferramenta de recolha de dados na investigação qualitativa e poderão ser utilizadas como uma ferramenta dominante ou em colaboração com outras técnicas como a observação ou os documentos escritos (Bogdan & Biklen, 1994). O papel do investigador como entrevistador é recolher dados descritivos do sujeito de investigação e interpretar as opiniões e experiências do sujeito em relação às questões ou temas abordados.

Diversos autores como Afonso (2005) e Bogdan e Biklen (1994), classificam o tipo de entrevista como não estruturada, semiestruturada e estruturada. A entrevista não estruturada é vista como uma conversa aberta entre o entrevistador e o sujeito, após a exposição dos objetivos da entrevista, o investigador aborda um determinado tema e recolhe o máximo de informações de uma forma ampla e sem influenciar o sujeito no encadeamento de ideias ou opinião. A entrevista estruturada é geralmente utilizada quando se pretende comparar os dados obtidos com vários sujeitos de investigação, desta forma a estrutura da entrevista assume um carácter rígido, nada flexível. Na entrevista semiestruturada o investigador utiliza um guião de entrevista que inclui as questões de pesquisa e eixos de análise da investigação, este tipo de entrevista permite uma certa flexibilidade em torno das questões de análise.

Em situações específicas em que os sujeitos da entrevista pertençam a um mesmo contexto, poderá justificar-se a realização de uma entrevista em grupo, recorrendo à técnica de *focus group* (Afonso, 2005). A entrevista em grupo focado corresponde a uma entrevista

realizada com um pequeno grupo de pessoas, entre seis a dez participantes, e geralmente com uma duração entre uma a duas horas. A entrevista tem como objetivo recolher diferentes opiniões e perspetivas dos participantes acerca de um determinado tema.

Patton (2002) distingue o papel de entrevistador do papel de moderador, pela necessidade de se gerar um ambiente natural e confortável aos participantes, semelhante a uma conversa. A interação social dos participantes e a dinâmica da entrevista é vista como uma vantagem, uma vez que, ao refletir sobre um determinado tópico, os participantes incluem novos elementos em relação às suas ideias originais, nutrindo a entrevista e enriquecendo os dados. Outra vantagem está na relação entre o custo e os resultados obtidos, isto é, face a uma entrevista de apenas um participante, a entrevista em grupo focado permite recolher um maior número de dados no mesmo espaço de tempo.

Em relação às limitações deste tipo de entrevista destacam-se o número de participantes e o tempo disponível, que limita o número de questões. Patton (2002) refere ainda que o sucesso neste tipo de entrevista recai nas competências do entrevistador, responsável por moderar e conduzir a entrevista de forma eficaz. Bogdan e Biklen (1994) referem ainda problemas associados à gravação da entrevista e posterior transcrição. A contribuição dos vários participantes dificulta a distinção entre as vozes e pode acontecer a sobreposição de vozes.

Neste trabalho o professor é também o investigador, assim, privilegia-se uma entrevista que permita ao professor estabelecer uma relação de proximidade com os seus alunos, discutindo as suas perspetivas e opiniões. Neste sentido, recorre-se a uma entrevista em grupo focado e considera-se a preparação de um guião de entrevista (apêndice C), focado nas questões orientadoras deste trabalho, mas flexível na medida em que permite abordar possíveis questões que surjam no decorrer da entrevista. Este guião encontra-se organizado em quatro dimensões. A primeira dimensão diz respeito às aprendizagens, em que se pretende conhecer as aprendizagens realizadas pelos alunos durante a realização das tarefas que envolvem multirrepresentações. A segunda dimensão é relativa às dificuldades e pretende-se conhecer as dificuldades sentidas pelos alunos durante a realização de tarefas que envolvem multirrepresentações. A terceira dimensão é sobre as estratégias, pretendendo-se conhecer as estratégias utilizadas pelos alunos na realização das tarefas. Por último, a popularidade, pretende-se conhecer o contributo das tarefas que envolvem multirrepresentações no gosto dos alunos pelas aulas sobre o tema Movimentos na Terra.

Por questões éticas, não foi possível realizar a gravação áudio da entrevista, sendo a transcrição realizada pelo professor no momento da entrevista e em formato digital. Após os alunos apresentarem as suas respostas, o professor registra as principais ideias. Em relação ao tamanho do grupo, devido a questões inerentes à turma e ao tempo disponível, foi necessário dividir a turma em grupos de 14 elementos, excedendo o limite sugerido para este tipo de entrevista.

Observação Naturalista

A observação diz-se naturalista quando o investigador se aproxima o mais possível do sujeito de investigação, experimentando em primeira pessoa e interpretando o que está a acontecer à sua volta (Patton, 2002). A sua estrutura é dividida em três categorias: observação estruturada, observação semiestruturada e observação não estruturada (Bogdan & Biklen, 1994). Na observação estruturada o investigador estabelece todas as categorias de observação antes da sua aplicação. Na observação semiestruturada existe igualmente uma preparação das categorias de observação, no entanto existe flexibilidade para incluir novos pontos de interesse quando colocado no terreno. Na observação não estruturada, o investigador inicia o seu trabalho no próprio local de investigação, absorvendo todos os detalhes que considere pertinentes.

Fruto da observação, o investigador pode recolher dados através de notas de campo ou gravação áudio e vídeo. Segundo Bogdan e Biklen (1994), as notas de campo são documentos escritos que procuram descrever aquilo que o observador ouve, vê, experimenta e pensa. São escritas na primeira pessoa e utilizam uma linguagem simples. É importante que estas sejam ricas em detalhe, de forma a que o investigador consiga numa leitura posterior reproduzir e sentir exatamente as mesmas emoções e experiências.

Bogdan e Biklen (1994) distinguem duas componentes na conceção de notas de campo, a descritiva e a reflexiva. Na descritiva, a preocupação está em capturar em detalhe o ambiente vivido pelo investigador, procurando descrever as características do local, as pessoas e as suas ações. A componente reflexiva envolve a estrutura mental do investigador, procurando descrever as suas emoções e sentimentos. Ambas as componentes podem estar presentes nas notas de campo do investigador, oferecendo uma descrição rica do cenário e contextualizada com os pensamentos e ideias do investigador.

Neste trabalho considera-se realizar uma observação naturalista não estruturada uma vez que o professor participa na sala de aula e tem um lugar privilegiado para o registo das reações e emoções dos alunos. No final de cada aula, o professor faz uma reflexão reflexiva que regista sob a forma de notas de campo. As notas de campo incidem sobre as questões de investigação, como as dificuldades sentidas pelos alunos na realização das tarefas e as aprendizagens desenvolvidas.

Documentos Escritos

Os documentos escritos podem também ser utilizados numa metodologia de investigação qualitativa, como a única fonte de dados ou para fins de triangulação. Os documentos escritos são considerados uma fonte de informação rica, que pode ser consultada em qualquer altura, podendo inclusive, ser utilizado em diversos estudos. Consideram-se documentos escritos os documentos relacionados com os sujeitos de investigação, como por exemplo cartas pessoais, diários, boletins informativos, livros de recortes, registos e ficheiros de estudantes (Bogdan & Biklen, 1994).

Bogdan e Biklen (1994) consideram dois tipos de documentos escritos, os documentos pessoais e os documentos oficiais. Consideram-se documentos pessoais aqueles escritos na primeira pessoa e que descrevam as emoções, os pensamentos e as ações do sujeito, como diários íntimos, cartas pessoais e autobiografias. A recolha destes documentos tem como principal objetivo compreender as situações pessoais e sociais dos participantes. Pelo contrário os documentos oficiais são escritos por entidades externas e pretendem produzir informação acerca do sujeito de investigação, desta forma, o autor considera existir um carácter subjetivo.

No presente trabalho, utilizam-se os documentos pessoais escritos pelos alunos, fruto do trabalho desenvolvido a cada tarefa. Tendo em conta o objetivo de investigação deste trabalho, justifica-se a análise destes documentos de forma a interpretar e dar resposta às questões relativas às dificuldades, aprendizagens e estratégias dos alunos.

Triangulação

A triangulação de dados consiste numa técnica de validação utilizada frequentemente em estudos de investigação qualitativa (Aires, 2015). Entre as várias técnicas de triangulação, destacam-se nesta secção aquelas mais pertinentes para este trabalho. A triangulação de dados

refere-se à aplicação de diferentes métodos e instrumentos a fim de validar a informação obtida. Patton (2002) refere que a triangulação através dos vários instrumentos de recolha de dados, oferecem uma maior confiança no resultado final, aumentando a robustez e validade da investigação. Pode ainda recorrer-se à triangulação de fontes e à triangulação interna. A triangulação de fontes pressupõe uma pesquisa nos documentos e na literatura que permitam comprovar os resultados obtidos. A triangulação interna diz a respeito ao confronto entre investigadores na tentativa de detetar coincidências e divergências entre informações recolhidas.

Como já foi referido anteriormente, neste trabalho recorre-se aos documentos escritos dos alunos, às notas de campo do professor e à entrevista em grupo focado, com o objetivo de recolher o máximo de informação, enriquecendo os dados e aumento a credibilidade do estudo. Também a triangulação interna de investigadores assumiu grande destaque neste trabalho. De facto, durante a análise de dados a professora da unidade curricular e os alunos do mestrado em ensino de física e química participaram neste processo, permitindo o confronto entre investigadores.

Análise de dados

A análise de dados é o processo de pesquisa e organização sistemático de dados recolhidos através dos vários instrumentos de recolha. Esta fase é fundamental para a compreensão e apresentação dos dados num produto final. Bogdan e Biklen (1994) sugerem que face à quantidade de dados recolhidos, a organização seja feita através da criação de categorias de análise. Este processo é exigente porque exige uma leitura cuidada de todos os dados de forma a destacar pontos em comum e que se possam reunir numa só categoria. Por vezes encontramos dados que, embora sejam recolhidos recorrendo a diferentes instrumentos dizem respeito ao mesmo assunto, podendo assim enquadrar-se numa mesma categoria.

A análise de dados através dos vários instrumentos de recolha permitiu organizar os dados em diferentes categorias e subcategorias. No que diz respeito à primeira questão orientadora, relativa às dificuldades dos alunos quando envolvidos em tarefas com multirrepresentações, emergiram duas categorias relacionadas com os modos de representação e a transição entre representações. Relativamente aos modos de representação, subdividem-se três subcategorias: representações simbólicas, verbais e visuais. Para dar resposta à segunda

questão orientadora opta-se por recorrer à mesma organização dos dados, surgindo as mesmas categorias e subcategorias. Em relação à terceira questão, relativa às estratégias utilizadas pelos alunos, emergem cinco categorias, sendo estas: pesquisa e seleção de informação; interação professor e aluno; tentativa e erro; trabalho de grupo. No Quadro 4.1 apresenta-se as categorias e subcategorias de análise para cada questão orientadora, assim como os instrumentos de recolha de dados utilizados.

Quadro 4.1 Categorias e subcategorias de análise para as questões em estudo

Questão Orientadora	Recolha de dados	Categoria	Subcategoria
Dificuldades sentidas pelos alunos na realização de tarefas que envolvem multirrepresentações	Registos escritos dos alunos	Modos de representação	Representação Simbólica
	Notas de campo do professor		Representação Verbal
			Representação Visual
	Entrevista em grupo focado	Transição entre representações	
Aprendizagens desenvolvidas pelos alunos na realização de tarefas que envolvem multirrepresentações	Registos escritos dos alunos	Modos de representação	Representação Simbólica
	Notas de campo do professor		Representação Verbal
			Representação Visual
	Entrevista em grupo focado	Transição entre representações	
Estratégias utilizadas pelos alunos na realização de tarefas que envolvem multirrepresentações	Registos escritos dos alunos	Pesquisa e seleção de informação	
		Interação professor e aluno	
	Entrevista em grupo focado	Tentativa e erro	
		Trabalho de grupo	

CAPÍTULO V

RESULTADOS

Neste capítulo analisam-se e apresentam-se os resultados obtidos do trabalho efetuado com os alunos do 9.º ano de escolaridade e com o objetivo de compreender de que forma as tarefas que envolvem multirrepresentações contribuem para a aprendizagem do tema Movimentos na Terra. O presente capítulo encontra-se organizado em três secções, cada uma destinada à apresentação dos resultados de uma das questões que orientam este trabalho. Assim, na primeira secção analisam-se as dificuldades dos alunos, na segunda secção as aprendizagens realizadas pelos alunos e, por fim, as estratégias que estes utilizam na resolução das tarefas. Os dados analisados foram recolhidos a partir dos documentos escritos dos alunos, da entrevista em grupo focado e das notas de campo do professor.

Dificuldades sentidas pelos alunos em tarefas que envolvem multirrepresentações sobre os Movimentos na Terra

Nesta secção, analisam-se e discutem-se os resultados relativos às dificuldades dos alunos nas tarefas que envolvem multirrepresentações, acerca dos Movimentos na Terra. Da análise de resultados resultaram duas categorias de análise: modos de representação e transição entre representações.

Modos de representação

Nesta categoria, os resultados encontram-se subdivididos nos vários modos de representação que os alunos utilizam para dar resposta às tarefas. Pretende-se identificar as dificuldades que os alunos sentem quando envolvidos nos modos de representação simbólico, verbal e visual.

Representação simbólica

Na representação simbólica destacam-se as dificuldades relacionadas com as expressões e a simbologia matemática, as unidades e as representações vetoriais. A utilização

de uma expressão matemática revelou-se uma dificuldade para os alunos, nomeadamente ao nível da expressão numérica como pode ser evidenciado no seguinte excerto:

Marco → 60s + 9m + 45s + 12m = 22 min 45 seg.
→ Recorreu 1,2 Km.

(Registos escritos dos alunos – tarefa 1)

Neste excerto da primeira tarefa, o aluno apresentou os cálculos para a determinação do intervalo de tempo associado ao percurso realizado pelo Marco, o estafeta. No entanto, fez uma utilização inadequada da expressão numérica, utilizando valores com diferentes unidades na mesma expressão. O aluno recolheu os dados do texto informativo, mas não procedeu à conversão de unidades da variável tempo. Assim, surgem na expressão e no resultado as unidades de minuto e segundo. Para a mesma questão, foram manifestadas outras dificuldades pelos alunos. Por exemplo, um aluno na tarefa escreveu:

• Marco → d - 1300m
t - 22 min e 45 seg
• Rita → d - 1500m
t - 19 min
• Afonso → d - 1200m
t - 8 min

(Registos escritos dos alunos – tarefa 1)

Neste excerto, o aluno privilegiou uma representação esquemática dos dados, apresentando o intervalo de tempo e distância percorrida para cada estafeta. Contudo, recorreu a uma seta para representar a igualdade, evidenciando dificuldades na simbologia matemática.

Ainda a respeito das expressões matemáticas, surgiu uma outra dificuldade relacionada com a identificação da expressão:

$sm(Marco) = \frac{1300m}{105s} = 12,4 m/s$
 $sm(Rita) = \frac{1500m}{480s} = 3 m/s$
 $sm(Afonso) = \frac{1200m}{270s} = 4,2 m/s$

Marco → $\frac{1300}{1305} \approx 1 m/s$
Rita → $\frac{1500}{1140} \approx 1,3 m/s$
Afonso → $\frac{1200}{480} \approx 2,5 m/s$

(Registos escritos dos alunos – tarefa 1)

a_m (m/s^2)	$\frac{6,7 - 1,1}{6 - 1}$ $= 1,12$
--------------------	------------------------------------

(Registos escritos dos alunos – tarefa 4)

Nestes excertos, percebe-se que os alunos procedem frequentemente aos cálculos sem identificar as expressões das variáveis. O primeiro exemplo diz respeito ao cálculo da rapidez média e o segundo ao cálculo da aceleração média. Além disso, no segundo excerto da tarefa 1, o aluno não identificou qual a variável que estava a calcular, indicando apenas o nome do condutor seguido de uma seta. Tendo em conta que os alunos conseguiram realizar o cálculo numérico, é possível que esta dificuldade esteja relacionada com omissão da expressão algébrica, e a com identificação das variáveis e a sua relação. É de notar que nos exemplos da primeira tarefa surgem diferentes valores para o intervalo de tempo. Este facto deve-se a que alguns alunos recorreram ao intervalo de tempo de todo o trabalho desenvolvido pelo estafeta (que incluía a deslocação até ao ponto de entrega e o tempo de entrega), enquanto que outros consideraram apenas o tempo da deslocação.

Uma outra dificuldade presente nos registos escritos dos alunos diz respeito às unidades. Apresentam-se em seguida alguns excertos:

$\text{Rapidez média (Marco)} = \frac{1300}{22,15} = 57,14 \text{ m/m}$

(Registos escrito dos alunos – tarefa 1)

Neste excerto, o aluno procede ao cálculo da rapidez média do condutor Marco, utilizando corretamente o valor da distância percorrida e o valor para o intervalo de tempo associado ao movimento. No entanto, o aluno não recorre às unidades do S.I. para a variável tempo, utilizando antes o minuto e não fazendo distinção entre os símbolos utilizados para a unidade metro e minuto. Assim, surge um resultado com unidades m/m, sugerindo erradamente que a rapidez média é uma grandeza adimensional.

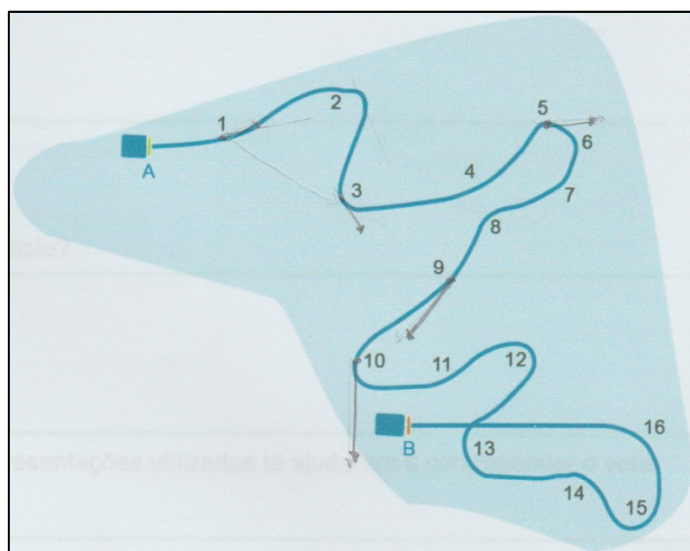
Outra dificuldade que se destaca nos cálculos efetuados pelos alunos é a ausência das respetivas unidades:

Rm1
p.
 $r_{m1} = \frac{200}{600} = 1,16$
 $r_{mR} = \frac{1100}{720} = 1,52$
 $r_{mA} = \frac{400}{180} = 2,2$

(Registos escrito dos alunos – tarefa 1)

Aqui o aluno procede ao cálculo da rapidez média para os três estafetas, utilizando corretamente os valores para as respetivas grandezas associadas. Contudo, apresenta o resultado sem unidades. Ao nível do resultado, percebe-se que não existe concordância com o número de algarismos significativos apresentado. No entanto, esta não é uma das metas curriculares do programa de Física e Química do 9.º ano, embora o professor sugira frequentemente que os alunos apresentem os resultados arredondado às décimas ou centésimas. Neste caso, o aluno não arredonda corretamente os dois primeiros cálculos, apresentando os valores 1,16 m/s e 1,52 m/s, em vez de 1,17 m/s e 1,53 m/s.

A representação vetorial foi particularmente desafiante para os alunos, apresenta-se em seguida um excerto em que os alunos procuraram representar o vetor velocidade:



(Registos escritos dos alunos – tarefa 3)

Neste excerto da tarefa 3, referente ao desporto olímpico Bobsleigh, era pedido aos alunos que representassem o vetor velocidade em pontos específicos da trajetória. Destaca-se

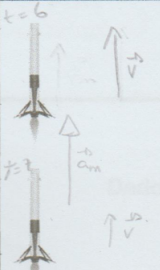
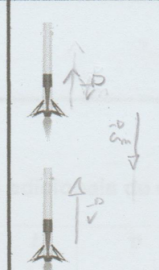
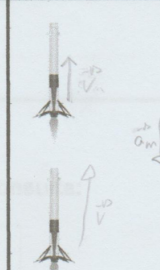
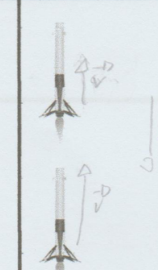
de imediato uma dificuldade na representação simbólica, o aluno não identificou o vetor, desenhado apenas uma seta nos respectivos pontos de passagem do trenó. Percebe-se ainda que o aluno teve dificuldades na representação vetorial, pois no ponto de passagem número 1, o aluno desenhou e apagou mais do que uma vez o vetor velocidade, atribuindo diferentes direções e sentidos para o vetor. Nas notas de campo do professor referentes a esta tarefa, pode ler-se que:

Foi gasto mais tempo que o previsto na discussão da representação do vetor velocidade que gerou alguma confusão nos alunos. Foi particularmente difícil demonstrar o significado de “vetor tangente à trajetória”, teria sido útil utilizar uma simulação do vetor velocidade ao longo de uma trajetória.

(Notas de campo do professor – tarefa 3)

O professor destaca a dificuldade em explicar aos alunos como representar um vetor tangente à trajetória. Embora esta dificuldade tenha sido prevista no plano de aula, a estratégia utilizada pelo professor, que consistiu na utilização de uma régua sobreposta sobre a trajetória, indicando a direção do vetor, não se revelou a melhor. O nível de abstração exigido neste tipo de representação parece ter sido um dos problemas, daí o professor ter referido que uma representação dinâmica do problema teria ajudado os alunos a compreender melhor o conceito.

Ainda a respeito da representação vetorial, na questão 5 da tarefa 4, foi pedido aos alunos que calculassem a aceleração média em intervalos de tempo específicos do movimento do propulsor. Através do valor obtido os alunos poderiam representar o vetor aceleração média. Na mesma representação estroboscópica, além do vetor aceleração média era pedido que representassem o vetor velocidade instantânea nos respectivos instantes de tempo. Apresenta-se o seguinte excerto, relativo às dificuldades na representação vetorial:

Δt (s)	[1,6]	[21,33]	[42,48]	[67,72]
a_m (m/s ²)	$\frac{6,7 - 1,1}{6 - 1} = \frac{5,6}{5} = 1,12$	$\frac{3,3 - 16,7}{33 - 21} = \frac{-13,4}{12} \approx -1,12$	$\frac{-13,3 - (-6,7)}{48 - 42} = \frac{-6,6}{6} = -1,1$	$\frac{0 - 5,6}{72 - 67} = \frac{-5,6}{5} = -1,12$
Representação Vetorial \vec{v} e \vec{a}_m				

(Registos escritos dos alunos – tarefa 4)

Neste excerto, o aluno procedeu corretamente ao cálculo da aceleração média, aplicando a expressão e os valores de velocidade. Na representação vetorial, evidenciam-se dificuldades na identificação do sentido do vetor. O aluno representou o vetor velocidade sempre no sentido positivo da trajetória, não fazendo distinção entre o movimento de subida e aterragem do propulsor. No caso da aceleração média, no intervalo de tempo [67,72] s, o sentido do vetor não reflete o valor obtido no cálculo efetuado da aceleração média (+1,12 m/s²), sendo representado no sentido negativo. As dificuldades do aluno revelam-se principalmente quando este lida com o movimento de aterragem do propulsor, isto é, quando o movimento é realizado no sentido negativo da trajetória. Os alunos fazem a seguinte reflexão acerca das suas dificuldades:

Algumas dificuldades a compreender a inversão de marcha





(Registos escritos dos alunos – tarefa 4)

Senti maior dificuldade na distinção de vetores e como representá-los, mas acabei por perceber.

(Registos escritos dos alunos – tarefa 4)

No primeiro excerto, o aluno demonstrou estar consciente das suas dificuldades, referindo que sentiu dificuldades em compreender a inversão de sentido. Outro aluno referiu que inicialmente teve dificuldades em distinguir e representar os vetores velocidade e aceleração média.

Apresenta-se em seguida outro excerto à mesma questão da tarefa 4:

Δt (s)	[1,6]	[21,33]	[42,48]	[67,72]
a_m (m/s ²)	$\frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{6,7 - 1,1}{6 - 1} = 1,12 \text{ m/s}^2$	$\frac{16,7 - 2,3}{21 - 33} \approx -1,12 \text{ m/s}^2$	$\frac{-6,7 + 13,3}{42 - 48} = -1,1 \text{ m/s}^2$	$\frac{5,6 - 0}{67 - 72} = -1,12 \text{ m/s}^2$
Representação Vetorial \vec{v} e \vec{a}_m				

(Registos escritos dos alunos – tarefa 4)

Neste excerto, no intervalo de tempo [1,6] s, o aluno identificou a expressão da aceleração média. Contudo, nem sempre a usou adequadamente, evidenciando dificuldades. De facto, nas quatro situações em que o aluno recorreu à expressão para calcular a aceleração média, só na primeira o fez adequadamente. No segundo momento, a propósito de um foguetão com MRUA, numa situação, e retardado, noutras, o aluno não representou vetorialmente a velocidade e a aceleração, nos momentos pedidos. Evidenciam-se por isso dificuldades neste tipo de representação. A escassa informação na resposta do aluno (setas junto da imagem do propulsor) não permite conhecer os possíveis raciocínios do aluno. Talvez seja importante realçar que no último intervalo de tempo associado ao movimento de aterragem do propulsor o aluno não desenhou nenhuma seta, evidenciando uma compreensão do problema e apoiando a ideia de que as dificuldades estão efetivamente associadas à representação vetorial, até porque, realça o facto de na tarefa o propulsor aparecer com os gases de escape quando na verdade estava no instante de aterragem e, portanto, os propulsores já estariam desligados.

Representação verbal

No que concerne às dificuldades dos alunos na representação verbal, estas centram-se na produção de textos e na utilização da terminologia científica mais adequada. Na preparação da tarefa *role play* era pedido aos alunos que registassem os argumentos que suportassem as suas posições perante a alteração dos limites de velocidade. Só alguns alunos é que efetivamente deram resposta à tarefa. Apresenta-se em seguida o excerto de uma resposta de um aluno:

Fatores:
 → É verdade que quanto maior for a aceleração maior a produção de poluentes como o monóxido de carbono.
 → Neste caso o gás monóxido de carbono (CO) é um dos gases mais poluentes e perigosos e é maioritariamente libertado em situações em que os carros estão ^{parados} em marcha lenta, carros em greijões fechados, cruzamentos muito movimentados e túneis.
 → A diferença entre 30 e 60 é significativa.
 → Trânsito, os carros estão ligados e em marcha lenta o que contribui para maiores emissões de CO .

(Registos escritos dos alunos – tarefa 5)

Neste excerto percebe-se que o aluno optou por apresentar os seus argumentos sob a forma de tópicos. O aluno começou por apresentar os argumentos a favor e mais abaixo os argumentos contra, não ficando claro qual a sua posição perante a temática. Ainda a respeito de um dos argumentos utilizados pelo aluno, em que mencionou a diferença entre 30 km/h e 50 km/h como sendo significativa, o aluno fez referência a um gráfico, mas não explicitou qual a informação obtida a partir deste ou qual a sua conclusão perante o gráfico. O excerto revela dificuldades na elaboração de um texto, que obedeça a uma estrutura lógica na sua conceção.

Nas notas de campo, o professor faz a seguinte reflexão acerca das dificuldades dos alunos no registo dos argumentos na tarefa *role play*:

Os alunos estiveram empenhados na preparação da discussão, discutindo entre si diferentes pontos de vista, no entanto, mesmo depois de reforçar a importância do registo escrito, foram poucos os alunos que registaram na tarefa os argumentos e as questões a utilizar no encontro para defender a sua posição.

(Notas de campo do professor – tarefa 5)

O professor identificou dificuldades na produção escrita dos alunos uma vez que, mesmo com um reforço feito pelo professor para o registo dos argumentos na tarefa, os alunos revelaram uma inércia para o fazer.

Na entrevista realizada com os alunos, estes confirmaram que sentem dificuldades na produção de textos, particularmente no que diz respeito à utilização da terminologia científica:

[a respeito da produção de textos] ...as vezes não sabemos a linguagem.

(Entrevista aos alunos – transcrição da resposta)

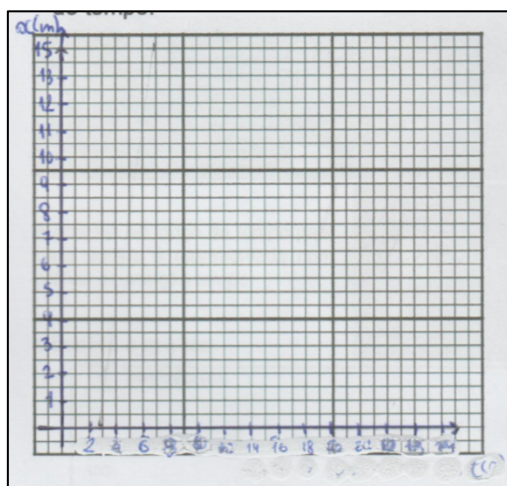
Por exemplo, quando é para passar de texto para gráfico, nós no texto já temos os valores e é só marcar, mas do gráfico para texto não é tão fácil porque não sabemos o vocabulário, a linguagem científica.

(Entrevista aos alunos – transcrição da resposta)

Nestes excertos percebe-se que a utilização de uma linguagem científica representa um desafio para os alunos no que diz respeito à produção de textos. Em concreto, na transição entre gráfico e texto, os alunos não se sentem confortáveis com a terminologia científica. O mesmo acontece na preparação dos argumentos porque são tarefas que os alunos não estão habituados a desenvolver.

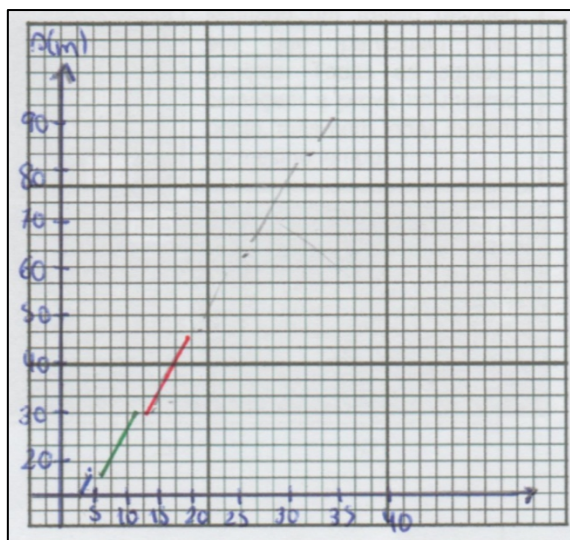
Representação visual

No que diz respeito ao modo de representação visual, incluem-se as dificuldades manifestadas pelos alunos na construção de gráficos e na organização dos dados. Na segunda tarefa era pedido aos alunos que construíssem dois gráficos - um de posição em função do tempo e outro da distância percorrida em função do tempo - destacam-se nesta subcategoria as dificuldades relacionadas com o esboço do gráfico:



(Registos escritos dos alunos – tarefa 2)

Neste excerto percebe-se que o aluno teve dificuldades com a escala a utilizar no gráfico, impossibilitando que terminasse o gráfico no tempo disponível. O aluno usou corretor e tentou utilizar diferentes valores para definir a escala no eixo das abcissas. Além disso, a escala representada pelo aluno está incorreta uma vez que depois do instante de tempo 20 s, o aluno recomeça a numerar a partir do instante 12 s. O professor refere nas suas notas de campo que “a dificuldade em definir a escala deve-se em parte à utilização de um papel milimétrico com diferentes proporções, esta falha só foi detetada no momento da aula”. Assim, o professor escreve “os alunos foram alertados para este problema, explicando como poderiam definir a escala”. Ainda a respeito dos gráficos surge uma outra dificuldade:



(Registos escritos dos alunos – tarefa 2)

O aluno utilizou diferentes cores para distinguir os diferentes elementos do grupo que participam na corrida. No entanto, tendo em conta que se trata de uma corrida vaivém, a mudança de atleta ocorre no mesmo instante de tempo. Neste excerto, o aluno traça um gráfico descontínuo, revelando não compreender de que forma o gráfico de distância em função do tempo pode dar informações em relação ao movimento de um corpo. Além disso, percebe-se que o aluno teve também dificuldades com a escala pelos mesmos motivos referidos no primeiro gráfico.

A dificuldade dos alunos com a escala pode ser evidenciada na reflexão dos alunos acerca da tarefa:

Senti que houve mais dificuldade na escala dos valores que representam o Δt e a distância.

(Registos escritos dos alunos – tarefa 2)

Neste excerto, o aluno confirma as suas dificuldades com a escala do gráfico. Percebe-se ainda pelo comentário do aluno que prevalece alguma confusão na informação obtida a partir do gráfico, uma vez que refere intervalo de tempo em vez de instante de tempo.

Uma outra dificuldade que surgiu nas tarefas foi a nível da organização dos dados. Na questão 1 da primeira tarefa, um dos itens, pedia aos alunos que encontrassem uma forma de organizar os dados e que justificassem a opção tomada. Apresenta-se em seguida duas respostas dos alunos à mesma questão.

Ar	Condutores	Marco	Afonso
			1365

(Registos escritos dos alunos – tarefa 2)

Marco	→ 13 cm	→ 1300 m
Rita	→ 14,5 cm	→ 1450 m
Afonso	→ 12,5 cm	→ 1250 m
maior distância		menor intervalo de tempo
↓		↓
Rita		Afonso

(Registos escritos dos alunos – tarefa 2)

Nestes excertos é visível que os alunos recorreram a formas diferentes de organizar os dados. No primeiro excerto o aluno recorreu a uma tabela para representar o intervalo de tempo e a distância percorrida para cada condutor. Contudo, percebe-se que surgem dificuldades neste formato, uma vez que o aluno representou 1 coluna para os “condutores” e outras duas para o “Marco” e o “Afonso”. Além disso, o aluno apresentou uma tabela incompleta, identificando apenas o intervalo de tempo do percurso realizado pelo Afonso e omitindo as unidades das grandezas apresentadas (dificuldade já discutida na representação simbólica). No segundo exemplo, o aluno recorreu a uma representação esquemática dos dados, identificando os três condutores e apresentando os valores de distância percorrida com base na medição do comprimento da trajetória do mapa. Contudo, apresenta uma resposta incompleta, isto é, não são apresentados os resultados relativos ao intervalo de tempo de cada condutor. Em ambos os exemplos nenhum aluno justificou a melhor forma de organizar os dados. Nas notas de campo do professor pode ler-se o seguinte:

Os alunos perceberam que podiam utilizar o senso comum para dar uma resposta ao problema da atribuição das medalhas. A maior parte dos alunos apresentou somente a resposta final e nenhum dos alunos justificou a melhor forma de organizar os dados.

(Notas de campo do professor – tarefa 1)

Neste excerto relativo à primeira tarefa, o professor reflete sobre algumas das dificuldades encontradas ao nível da organização dos dados. O professor justifica as dificuldades encontradas com base na utilização do senso comum para dar uma resposta ao problema. Embora esta justificação também se aplique à utilização da simbologia matemática, no caso da organização de dados, os alunos não reconheceram a importância de organizar os dados, apresentando as suas respostas de forma breve e direta.

Na segunda tarefa, era pedido explicitamente que os alunos organizassem os dados em tabelas. Apresenta-se em seguida uma resposta de um aluno:

Corredores	S_0	S_1	S_2	$1^o \Delta t$	$2^o \Delta t$	Δt_{total}
Carla	30	15	15	4,7	4	8,7
Diogo	30	15	15	4,79	5,5	10,29
Maria	30	15	15	4	4,42	8,42

(Registos escritos dos alunos – tarefa 2)

Neste excerto, é visível que o aluno encontrou uma forma de organizar os dados, identificando os alunos participantes (corredores) e as medições realizadas. O aluno demonstra ter refletido sobre a disposição da tabela, ponderando as linhas e as colunas presentes. O aluno representa corretamente uma coluna para a variável intervalo de tempo total, sendo o somatório do primeiro e do segundo intervalo de tempo do percurso. Contudo, representa também o espaço percorrido no percurso 1, 2 e total, por cada condutor, não sendo uma variável do problema, mas sim um valor fixo uma vez que todos percorrem a mesma distância.

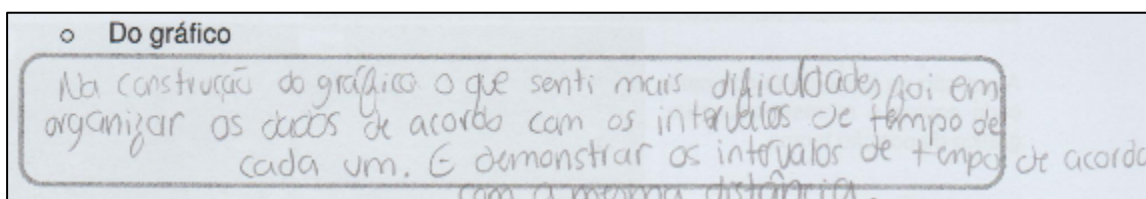
Transição entre representações

No que diz respeito a transição entre representações, incluem-se as dificuldades em construir um gráfico a partir dos valores obtidos e registados numa tabela, na interpretação do movimento a partir de um vídeo e as dificuldades na interpretação gráfica. Na segunda tarefa, muitos alunos organizaram uma tabela com os intervalos de tempo associados ao percurso realizado por cada participante, como se pode ver no seguinte excerto:

	$\Delta t_{A \rightarrow B(n)}$	$\Delta t_{B \rightarrow A(n)}$
Lino	<u>3,38</u>	<u>5,9</u>
Andre	<u>3,4</u>	<u>4,54</u>
Francisco	<u>3,22</u>	<u>4,24</u>

(Registos escritos dos alunos – tarefa 2)

O aluno registou o intervalo de tempo de cada colega durante cada troço do percurso, $\Delta t_{A \rightarrow B}$ e $\Delta t_{B \rightarrow A}$, as dificuldades surgiram quando os alunos precisaram dos instantes de tempo associados ao movimento para a construção dos gráficos. Apresenta-se em seguida um excerto da reflexão de um aluno acerca da construção do gráfico:



(Registos escritos dos alunos – tarefa 2)

Neste caso, o aluno precisou de definir três instantes de tempo relativos ao início da prova, à inversão de sentido e ao instante de chegada que coincidia com o instante de partida do próximo elemento. O professor regista nas suas notas de campo, “na aula foi recordada a definição de intervalo de tempo e essa dificuldade foi superada a partir de uma discussão em turma e da utilização do quadro de sala de aula onde foram demonstrados alguns exemplos práticos”. Na entrevista, quando questionados acerca das dificuldades sentidas, os alunos referem que:

A construção das tabelas não sai à primeira, temos de pensar no que vamos colocar.
Temos de interpretar os dados para colocar na tabela.

(Entrevista aos alunos – transcrição da resposta)

As respostas dos alunos permitem comprovar que a transição entre representações são efetivamente um desafio intelectual para o aluno. Uma outra dificuldade que surgiu no momento de discussão em grupo de turma acerca da corrida realizada na segunda tarefa, diz respeito a uma conceção alternativa que os alunos têm acerca dos gráficos de posição:

Nas discussões realizadas, um aluno defendia que o gráfico de posição teria que em algum momento descrever uma “linha para trás”, isto é, o aluno pretendia atribuir em determinado instante, mais do que uma imagem para o mesmo objeto.

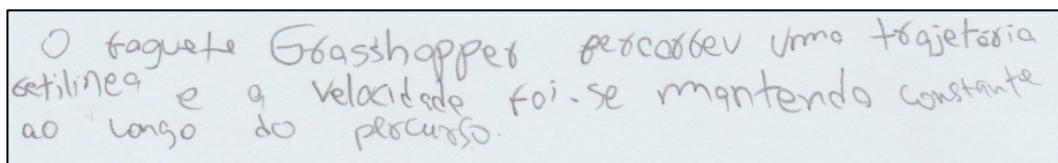
(Notas de campo do professor – tarefa 2)

Esta ideia surge da conceção alternativa de que os gráficos de posição-tempo descrevem a trajetória de um corpo, por exemplo, quando confrontados com um gráfico de posição-tempo com declive positivo, os alunos referem que o corpo sobe uma rampa. No problema da tarefa, visto que os alunos realizaram um movimento com inversão de sentido, surge a ideia de que o gráfico deve conter uma “linha para trás”, representando a inversão de sentido. A estratégia utilizada pelo professor para dar resposta a esta dificultada é descrita nas notas de campo:

...apresentei exemplos de movimentos segundo trajetos com diferentes direções em que se obtêm o mesmo gráfico de posição-tempo. Após os momentos de discussão e com o objetivo de conciliar aprendizagens, os alunos resolveram exercícios propostos no manual.

(Notas de campo do professor – tarefa 2)

A transição entre a representação do movimento sob a forma de vídeo para texto revelou uma dificuldade na interpretação do conceito de velocidade, como ser evidenciado no seguinte excerto:

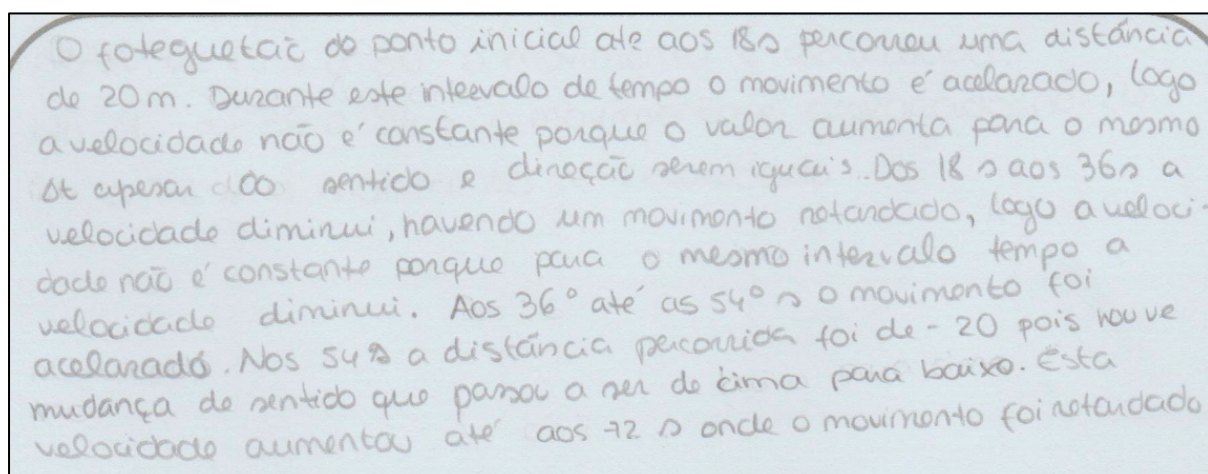


O foguete Grasshopper percorreu uma trajetória retilínea e a velocidade foi-se mantendo constante ao longo do percurso.

(Registos escritos dos alunos – tarefa 4)

Após a visualização do vídeo do voo de teste do propulsor Grasshopper, o aluno descreveu o movimento, conseguindo identificar a trajetória como retilínea, mas referindo que a velocidade foi constante em todo o percurso. O aluno não conseguiu identificar a variação de velocidade como uma característica necessária ao movimento realizado pelo propulsor (descolagem, inversão de sentido e aterragem), evidenciando por isso dificuldades.

Foram ainda detetadas dificuldades na interpretação dos gráficos:



O foguetão do ponto inicial até aos 18s percorreu uma distância de 20m. Durante este intervalo de tempo o movimento é acelerado, logo a velocidade não é constante porque o valor aumenta para o mesmo Δt apesar do sentido e direção serem iguais. Dos 18s aos 36s a velocidade diminui, havendo um movimento retardado, logo a velocidade não é constante porque para o mesmo intervalo tempo a velocidade diminui. Aos 36s até aos 54s o movimento foi acelerado. Nos 54s a distância percorrida foi de -20 pois houve mudança de sentido que passou a ser de cima para baixo. Esta velocidade aumentou até aos 72s onde o movimento foi retardado.

(Registos escritos dos alunos – tarefa 4)

Neste excerto percebe-se que o aluno fez um esforço por interpretar o gráfico de velocidade-tempo, mas confundiu alguns dos termos utilizados. Primeiro, o aluno referiu que a distância percorrida foi de 20 m, demonstrando não conseguir interpretar o gráfico de velocidade-tempo. Na verdade, o valor 20 corresponde à velocidade máxima atingida pelo propulsor. O aluno procurou ainda justificar o movimento acelerado do propulsor. No entanto, teve dificuldades ao nível da justificação quando disse “porque o valor aumenta para o mesmo Δt apesar do sentido e direção serem iguais”. O aluno procurou explicar que a variação de velocidade se manteve constante e positiva ao longo do intervalo de tempo considerado, daí o movimento acelerado do propulsor. Mais à frente, o aluno voltou a referir que a distância

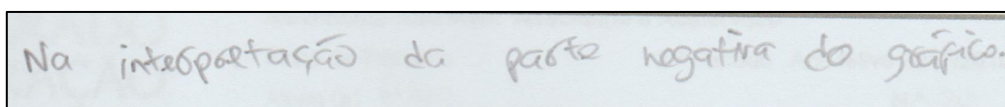
percorrida aos 54 s foi de -20 m, justificando o valor com base na mudança de sentido. Percebe-se com esta resposta que o aluno procurou integrar conceitos científicos na sua descrição do movimento, mas não os compreende efetivamente. Na última frase o aluno referiu incorretamente que a velocidade aumenta até aos 72 s. Esta dificuldade deve-se sobretudo ao tipo de movimento que se realiza no sentido negativo da trajetória, assim, o aluno não justificou que a velocidade diminuiu no sentido negativo da trajetória.

Nas notas de campo do professor acerca da quarta tarefa pode ler-se o seguinte:

As dificuldades dos alunos foram essencialmente na interpretação do movimento de aterragem. Procurei definir o sentido do movimento, desenhando no quadro de sala de aula, uma seta com o sentido de baixo para cima e estabeleci entre todos que este seria o sentido positivo do movimento. Este processo facilitou a discussão acerca dos valores negativos de velocidade, os alunos conseguiram estabelecer uma relação entre o sinal negativo e o movimento no sentido negativo da trajetória.

(Notas de campo do professor – tarefa 4)

O professor refere nas suas notas de campo a estratégia utilizada para facilitar a compreensão dos alunos no que diz respeito aos valores negativos da velocidade. Na reflexão acerca das dificuldades na interpretação do gráfico, um dos alunos partilhou o seguinte:



Na interpretação da parte negativa do gráfico.

(Registos escritos dos alunos – tarefa 4)

Este excerto comprova aquilo que se tem vindo a discutir nas várias secções deste capítulo, os alunos sentem dificuldades quando o movimento se realiza no sentido negativo da trajetória.

Aprendizagens realizadas pelos alunos em tarefas que envolvem multirrepresentações sobre os Movimentos na Terra

Nesta secção analisam-se os resultados obtidos com o objetivo de dar resposta à segunda questão orientadora. O uso de multirrepresentações no ensino dos Movimentos na Terra permitiu que os alunos desenvolvessem competências e aprendizagens em diferentes

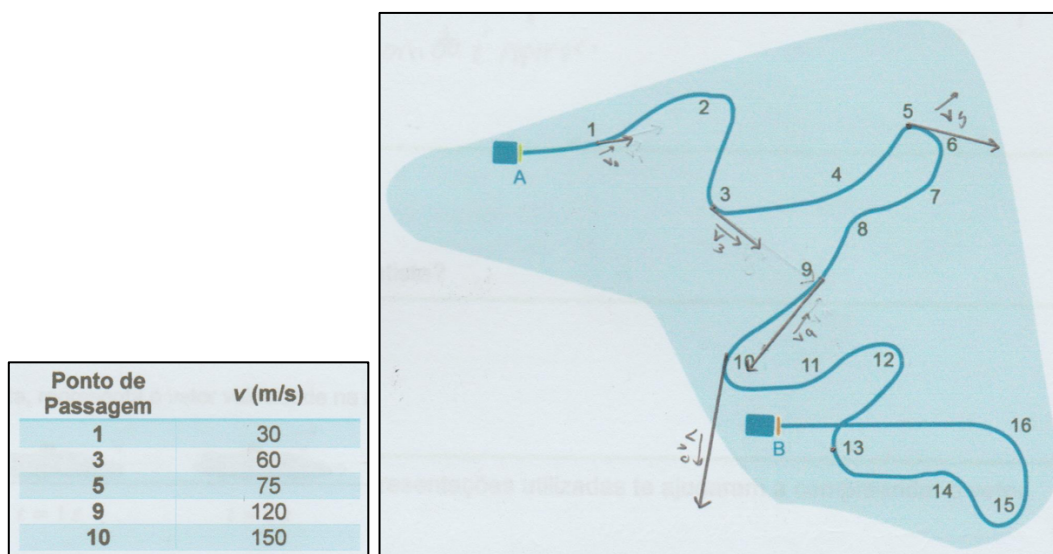
domínios. Subdividem-se 2 categorias de análise para as aprendizagens: modos de representação e transição entre representações.

Modos de representação

Nesta categoria, os resultados encontram-se subdivididos nos vários modos de representação que os alunos utilizam para dar resposta às tarefas. Pretende-se identificar as aprendizagens que os alunos desenvolvem quando envolvidos nos modos de representação simbólico, verbal e visual.

Representação Simbólica

No que diz respeito ao modo de representação simbólico os alunos desenvolveram competências ao nível da representação vetorial, aplicação de fórmulas e expressões. O seguinte excerto dos registos escritos dos alunos evidencia as aprendizagens realizadas no que diz respeito à representação vetorial:



(Registos escritos dos alunos – tarefa 3)

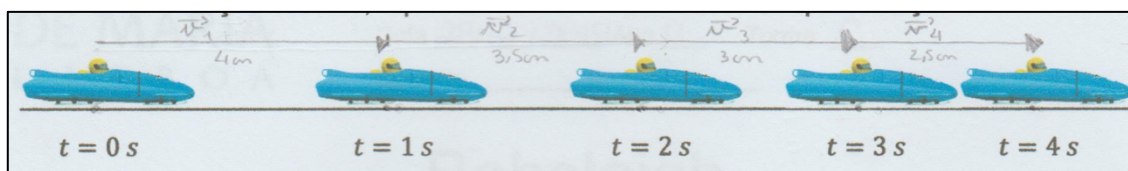
Embora tenham sido encontradas dificuldades na representação vetorial, é possível evidenciar também aprendizagens neste domínio. Neste excerto o aluno representou o vetor velocidade em diferentes pontos da trajetória, identificando e numerando cada vetor representado. O aluno representou corretamente a direção e o sentido do vetor, isto é, tangente em cada ponto de passagem do trenó na sua trajetória e com o sentido do movimento. Percebe-se ainda que o aluno teve o cuidado de representar a intensidade do vetor de acordo com os

valores apresentados no enunciado do problema. O professor destacou este facto nas suas notas de campo:

Em relação à magnitude do vetor, os alunos tiveram em atenção os valores de velocidade da tabela, fazendo a respetiva proporção e utilizando uma régua para traçar corretamente o comprimento do vetor velocidade.

(Notas de campo do professor – tarefa 3)

O professor regista o facto de os alunos terem tido a iniciativa de representar a intensidade do vetor de acordo com os valores de velocidade instantânea, utilizando inclusive uma régua para o fazer corretamente, demonstrando autonomia no processo de resolução. Na segunda parte da tarefa os alunos evidenciam também aprendizagens na representação vetorial, neste caso, para o movimento de travagem do trenó. Apresenta-se em seguida o referido excerto:



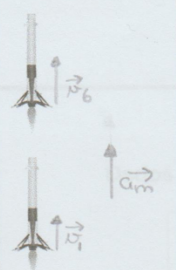
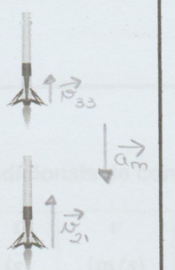
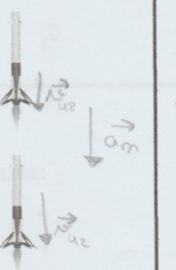
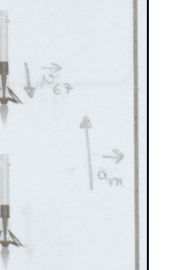
(Registos escritos dos alunos – tarefa 3)

Neste excerto, o aluno representou corretamente o vetor velocidade, aplicando a direção e o sentido do movimento. Além disso, tendo em conta que o movimento descrito se referia à travagem do trenó, e, portanto, a $t=4\text{ s}$ o trenó encontrava-se em repouso, o aluno não representou nenhum vetor, evidenciando por isso, uma compreensão do problema. Percebe-se ainda que o aluno realizou medições da distância entre cada trenó, identificando esse comprimento debaixo de cada vetor. Embora não seja claro no excerto, o motivo pelo qual o aluno o fez, acredita-se que esteja relacionado com a próxima questão da tarefa, relativa à classificação do movimento e que será devidamente discutida na categoria da transição entre representações.

Quando questionados acerca das representações que melhor contribuíram para as suas aprendizagens, os alunos mencionaram “o programa da joaninha” que o professor utilizou para auxiliar a interpretação dos alunos. Os alunos justificam que “o programa ajudou a perceber melhor a direção e o sentido do vetor porque vemos a o vídeo e o vetor. Vemos a acontecer”. Quando os alunos mencionaram o “programa da joaninha”, referiam-se a um *software* de simulação utilizado com o objetivo de abordar o vetor velocidade ao longo de uma trajetória. Nesta simulação o professor controlou o movimento de uma joaninha, realizando diferentes

percursos a diferentes velocidades, o *software* apresentou depois, um curto vídeo do trajeto realizado com a variação do vetor velocidade ao longo da trajetória. Os alunos referiram ainda que “veem a acontecer”, sugerindo que a simulação os ajudou num tópico abstrato aos olhos dos alunos, revelando-se mais intuitivo com a representação dinâmica do vetor velocidade.

Na quarta tarefa os alunos foram desafiados a representar o vetor velocidade e o vetor aceleração média na mesma representação. Esta tarefa representava um desafio acrescido para os alunos porque lidava com movimentos com inversão de sentido, ainda assim, os alunos evidenciaram desenvolver aprendizagens neste tipo de contexto. Apresenta-se de seguida um dos registos escritos dos alunos:

Δt (s)	[1,6]	[21,33]	[42,48]	[67,72]
a_m (m/s ²)	$a_m = \frac{6,7 - 1,1}{6 - 1} = \frac{5,6}{5} = 1,12 \text{ m/s}^2$	$a_m = \frac{3,3 - 16,7}{33 - 21} = \frac{-13,4}{12} \approx -1,1 \text{ m/s}^2$	$a_m = \frac{-13,3 - (-6,7)}{48 - 42} = \frac{-6,6}{6} = -1,1 \text{ m/s}^2$	$a_m = \frac{0 + 5,6}{72 - 67} = \frac{5,6}{5} = 1,12 \text{ m/s}^2$
Representação Vetorial \vec{v} e \vec{a}_m				

(Registos escritos dos alunos – tarefa 4)

Neste excerto, o aluno representou corretamente o vetor velocidade a diferentes instantes de tempo do percurso, identificando corretamente o sentido do movimento, para isso, teve em conta o valor de velocidade positivo ou negativo obtido a partir da leitura do gráfico de velocidade-tempo. A representação de vetor aceleração média também exigia que o aluno mobilizasse conhecimentos prévios, nomeadamente para o cálculo do valor da aceleração média. Percebe-se ainda, que o aluno teve algum cuidado na intensidade dos vetores, uma vez que, a intensidade está de acordo com o tipo de movimento. No primeiro intervalo de tempo, correspondente a um movimento acelerado, o vetor \vec{v}_1 apresenta uma menor intensidade do que o vetor \vec{v}_6 , no segundo intervalo de tempo, o movimento já é retardado e por isso, a intensidade do vetor \vec{v}_{21} é maior que a do \vec{v}_{33} . No terceiro intervalo de tempo o aluno trocou, não se consegue perceber se foi um lapso do aluno ou uma falha de interpretação, de qualquer forma, o sentido indicado para os vetores está correto. No último intervalo de tempo, tendo em conta que o movimento é retardado e o instante de tempo final corresponde à chegada do

propulsor ao solo, o aluno apenas representa o vetor \vec{v}_{67} . No caso da aceleração média, o aluno representa o sentido do vetor de acordo com o valor positivo ou negativo obtido no cálculo da expressão.

No que diz respeito à aplicação de expressões matemáticas, nomeadamente para o cálculo da rapidez média e da aceleração média, os excertos dos alunos evidenciam algumas das aprendizagens:

$$v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{1150}{480} = 2,3 \text{ m/s}$$

(Registos escritos dos alunos – tarefa 1)

$$a_m = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{33 - 16,7}{33 - 21} = -1,12$$

(Registos escritos dos alunos – tarefa 4)

Os alunos identificaram previamente a expressão a utilizar para o cálculo das variáveis e recorreram à simbologia matemática adequada. No cálculo da rapidez média o aluno aplicou diretamente o valor para o intervalo de tempo, calculado previamente. No caso da aceleração média, o aluno aplicou a expressão numérica para o cálculo de uma variação. Assim, procedeu à subtração da velocidade final pela velocidade inicial, e ainda o instante de tempo final pelo instante de tempo inicial. Em ambos os excertos, os alunos apresentaram corretamente as unidades.

Os registos escritos dos alunos revelaram as aprendizagens realizadas no que diz respeito à conversão de unidades:

$$x = 0,916 \times 3600 = 3297,6 \text{ m/h} \\ 3297,6 \text{ m} = 3,2976 \text{ km} \\ 3,2976 \text{ km/h}$$

(Registos escritos dos alunos – tarefa 1)

$$x = \frac{36 \text{ km} \times 1000}{3600} = 10 \text{ m/s}$$

(Registos escritos dos alunos – tarefa 4)

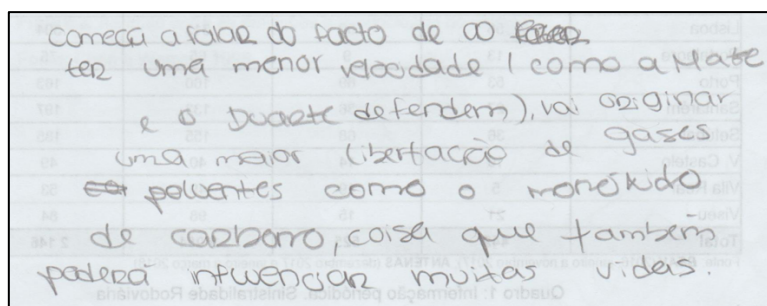
Nestes dois excertos os alunos demonstraram o processo de conversão de unidades da rapidez média. No primeiro excerto, o aluno converteu as unidades de m/s para km/h, e no

segundo excerto de km/h para as unidades do SI, m/s. No primeiro excerto, o aluno calculou o valor de x , apresentando corretamente o valor nas unidades de metro, e só depois em km, apresentado o resultado final em km/h. No segundo excerto, o aluno indicou a unidade de medida para cada valor na expressão numérica e cortou a unidade segundo, apresentando o resultado em km/s, sendo já uma dificuldade discutida na secção anterior. Contudo, procede corretamente à conversão de km para m, apresentando o resultado final em m/s.

Representação Verbal

No modo de representação verbal destacam-se as competências desenvolvidas ao nível da argumentação científica e a aprendizagem da redação de uma ata.

Na tarefa *role play* os alunos tiveram a oportunidade de participar como especialistas num tema de segurança rodoviária. Cada grupo de alunos elegeu um representante da sua área para apresentar e defender os seus argumentos perante a alteração dos limites de velocidade nas zonas urbanas. O professor permitiu que os restantes alunos ajudassem os colegas através do registo de algumas sugestões numa folha de papel. Apresenta-se em seguida o registo de um aluno:



(Registos escritos dos alunos – tarefa 5)

Neste excerto, o aluno recorreu a argumentos contra a alteração do limite de velocidade. Do ponto de vista da argumentação, percebe-se que o aluno foi capaz de estabelecer relações, isto é, o aluno referiu que uma menor velocidade gerava uma maior libertação de gases poluentes, o que poderia causar malefícios ao nível da saúde pública.

Apresenta-se em seguida um excerto da entrevista dos alunos relativamente à tarefa *role play*:

Gostamos da última tarefa.
... porque tivemos que defender as nossas ideias.
Foi diferente e interessante. Faz-nos aprender outras capacidades.

É inovador, todos juntos a falar, confronto de ideias, envolveu a participação da turma inteira.

Nos estávamos com motivação de ganhar o debate, era desafiante.

Estávamos motivados em querer saber e defender as nossas opiniões.

O debate deu para utilizar diferentes argumentos e confrontar com outros com várias ideias.

Todos tentaram até ao fim defender a sua ideia.

Pela natureza da tarefa seria sempre interessante.

(Entrevista aos alunos – transcrição da resposta)

Na entrevista os alunos reconheceram que a tarefa *role play* permitiu desenvolver novas competências. Embora os alunos não tenham referido diretamente as competências ao nível da argumentação, a utilização de expressões como “defender as nossas ideias”, “confronto de ideias”, “utilizar diferentes argumentos”, evidencia que os alunos desenvolveram competências neste domínio. O professor regista nas suas notas de campo o trabalho desenvolvido pelos alunos na preparação e realização da discussão:

A preparação da discussão correu muito bem, os alunos estiveram sempre envolvidos na tarefa, procurando encontrar argumentos que suportassem a sua posição. Durante a discussão, os alunos encarnaram as personagens, modificando a sua forma de estar e a linguagem utilizada. Por vezes, os alunos entravam em confronto direto, colocando questões e apresentando contra-argumentos.

(Notas de campo do professor – tarefa 5)

O professor destaca a preocupação dos alunos em encontrar argumentos para defender a sua posição e ainda o esforço realizado por utilizar uma linguagem adequada ao seu papel.

Um dos desafios lançado aos alunos após a intervenção, foi a redação de uma ata relativa ao encontro realizado. Esta ata foi escrita por cada aluno e entregue ao professor no fim da aula. Apresenta-se em seguida um excerto de um aluno:

No dia 16/10/2018, pelas 10h reuniram-se os representantes da polícia, dos ambientalistas, dos políticos, dos engenheiros e dos professores de Física do CSM com o objetivo de discutir as novas propostas de alteração aos limites de velocidade em zonas urbanas.

Os políticos começaram a sua argumentação afirmando que a redução do limite de velocidade originaria engarrafamentos, causando dificuldades nas operações dos serviços de emergência. Estes propuseram que fosse adotada uma legislação baseada no exemplo da Alemanha, onde o limite de velocidade varia ao longo do dia. Os ambientalistas afirmaram que quanto menor a velocidade maior a emissão de gases poluentes e que para veículos de maiores dimensões maior era esta emissão. Os polícias e os engenheiros contra-argumentaram afirmando que estes problemas podem ser evitados com a utilização de carros e camiões elétricos. Estes chegaram à conclusão que a regularidade e a gravidade dos acidentes estão relacionadas com a velocidade dos veículos. Os professores de Física relacionaram a distância de travagem, a distância de reação, a distância de segurança e o tempo de reação com o aumento de velocidade. *

* Nada mais havendo a tratar, deu-se por encerrada a sessão de que se lavrou a presente ata que, depois de lida e aprovada, vai ser assinada nos termos da lei.

Presidente: Professor André

Secretário da Reunião: William Carvalho

(Registos escritos dos alunos – tarefa 5)

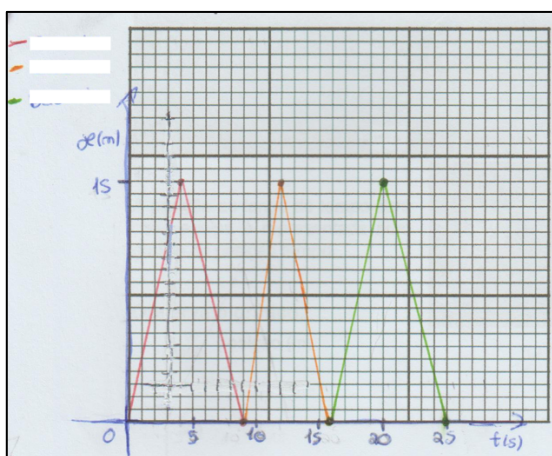
Neste excerto, evidenciam-se as aprendizagens na redação de uma ata. O aluno começa por fazer uma introdução onde refere os participantes e a intenção do encontro. De seguida, o aluno apresenta os principais argumentos apresentados na discussão e por fim, encerra a ata do encontro, assinando o presidente e o secretário da reunião. É possível através da ata identificar parte dos argumentos utilizados pelos alunos na discussão. Os ambientalistas defenderam a sua posição contra a alteração dos limites de velocidade, admitindo existir uma correlação entre a emissão de gases poluentes e a circulação a baixa velocidade. Os professores de física procuraram explicar a influência da velocidade na distância de travagem e os fatores de que dependem o tempo de reação. Percebe-se ainda que os alunos foram capazes de utilizar

argumentos além daqueles que constavam no manual e no documento orientador. Exemplos disso são os argumentos relativos à utilização de veículos elétricos com o objetivo de diminuir a emissão de gases poluentes para a atmosfera e ainda que a redução dos limites de velocidade provocaria engarrafamentos, dificultando os serviços de emergência médica. O professor refere ainda nas suas notas de campo que “um grupo de alunos levou um *slide PowerPoint* para explicar a distância de travagem com base nos gráficos de velocidade-tempo”, demonstrando o envolvimento e interesse pela discussão *role play*. Em suma, os resultados evidenciam aprendizagens ao nível da argumentação científica.

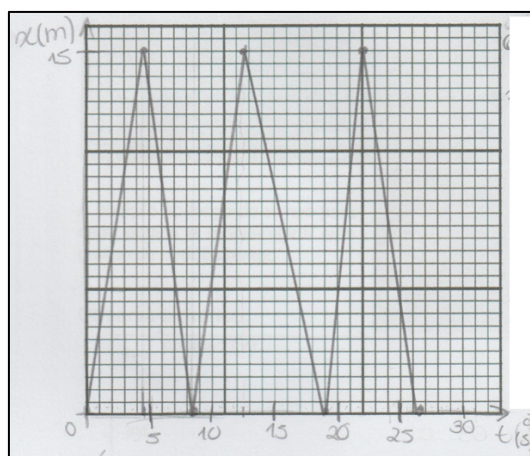
Representação Visual

No modo de representação visual os alunos desenvolveram competências ao nível da construção de gráficos, interpretação de gráficos e organização dos dados em tabelas.

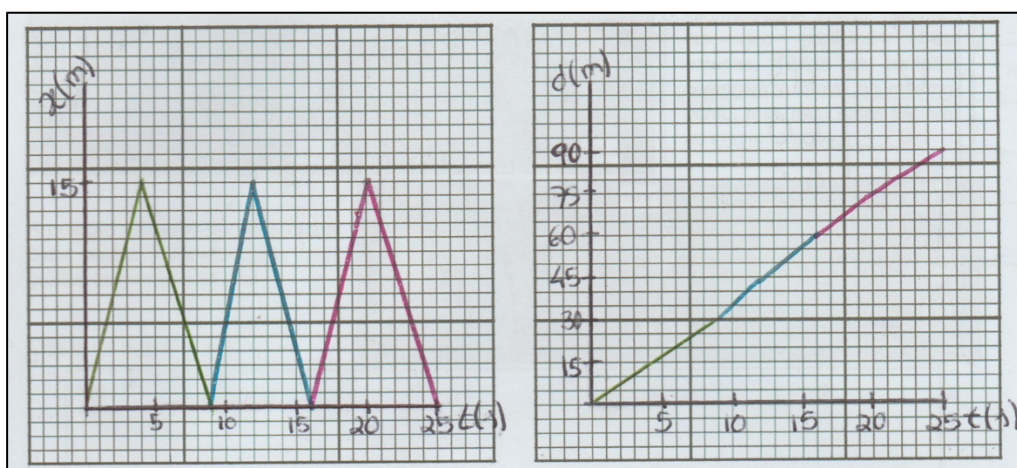
As aprendizagens no domínio da construção de gráficos podem ser evidenciadas nos registos escritos dos alunos em resposta à segunda tarefa. Nesta tarefa, os alunos realizaram uma corrida, organizaram os dados, e procederam à sua representação gráfica:



(Registos escritos dos alunos – tarefa 2)



(Registos escritos dos alunos – tarefa 2)



(Registos escritos dos alunos – tarefa 2)

Nestes excertos destacam-se as aprendizagens realizadas na definição das escalas do gráfico, na marcação dos pontos e ainda na identificação dos eixos e respetivas unidades. Importante ainda realçar as diferentes cores utilizadas pelos alunos na linha dos gráficos, representando o percurso realizado por cada colega e evidenciando assim, uma compreensão dos valores registados no gráfico.

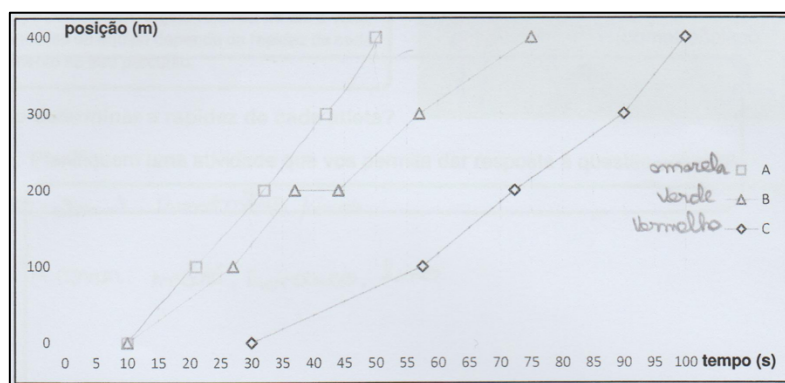
Na entrevista, os alunos referiram que as tarefas lhes permitiram construir as suas próprias representações:

A corrida ajudou na construção do gráfico porque sabíamos o que estávamos a fazer. Como nós fizemos a corrida, o gráfico era mesmo real, ajudou a perceber melhor.

(Entrevista aos alunos – transcrição das respostas)

Tendo em conta que nas aulas de física, os tópicos abordados são muitas vezes abstratos e difíceis de compreender por parte dos alunos, estes reconheceram que a corrida que realizaram na segunda tarefa contribuiu para uma maior compreensão dos gráficos de posição-tempo. Isto explica-se pelo facto de terem sido os alunos a realizar as medições e como tal, estabelece-se uma relação de proximidade do aluno com o objetivo de aprendizagem, auxiliando a interpretação dos dados e consequente representação sob a forma gráfica.

Ainda a respeito dos gráficos, os alunos demonstraram conseguir interpretar diferentes representações gráficas como pode ser evidenciado no seguinte excerto:



6. Faz corresponder a cada uma das representações gráficas a situação que melhor a descreve sabendo que:

- A equipa verde deixou cair o bastão no ponto de entrega
- A rapidez média da equipa amarela foi de 36 km/h.
- A equipa vermelha tem um atleta lesionado

□ - amarela
 △ - verde
 ◇ - vermelho

7. Explica o raciocínio que usaste para fazer a tua escolha.

→ Como a equipa vermelha possui um jogador lesionado, o mesmo foi mais lento que os restantes, sendo o primeiro a chegar a correr.
 → Quando a equipa verde deixou cair o bastão, teve de o voltar a apanhar; durante esse tempo não se percorreu nenhuma distância.
 → $\Delta t = 50 - 10 = 40 \text{ s}$ $v_m = \frac{400}{40} = 10 \text{ m/s}$ $10 \text{ m/s} = 36000 \text{ m/h} = 36 \text{ km/h}$

(Registos escritos dos alunos – tarefa 2)

Neste excerto, relativo à tarefa 2, apresentavam-se três representações gráficas relativas a uma corrida estafeta. Foi pedido ao aluno que estabelecesse a correspondência entre o gráfico e a respetiva equipa, vermelha, verde e amarela. O raciocínio demonstrado pelo aluno em cada resposta demonstra que este desenvolveu competências ao nível da interpretação gráfica. Para a equipa vermelha (gráfico C), o aluno justificou que o primeiro atleta, por estar lesionado, foi mais lento que os restantes elementos. No caso da equipa verde (gráfico B), o aluno demonstra compreender que durante o intervalo de tempo [34,44] s, o atleta encontrava-se em repouso e portanto esta seria a equipa que teria deixado cair o testemunho num dos pontos de entrega. Para a equipa amarela (gráfico A), o aluno procedeu ao cálculo da rapidez média, aplicando corretamente a expressão e convertendo as unidades, chegando assim à esta seria a equipa com uma rapidez média de 36 km/h.

No que diz respeito à representação dos dados sob a forma de tabela, os alunos desenvolveram aprendizagens na organização dos dados, como se percebe nos seguintes excertos:

	$d(m)$	$\Delta t(s)$	$R_m(m/s)$	$R_m(km/h)$
Maria	1150	1365	$\frac{1150}{1365} = 0,84$	3,02
Rita	1450	1140	$\frac{1450}{1140} = 1,27$	4,52
Alfonso	1050	480	$\frac{1050}{480} = 2,19$	7,88

(Registos escritos dos alunos – tarefa 1)

Neste excerto, o aluno construiu uma tabela de forma a organizar os dados que permitissem dar resposta a uma das questões da tarefa 1, referente à rapidez média de cada estafeta. O aluno optou por uma disposição horizontal da tabela, criando uma linha para cada estafeta. Nas colunas, o aluno utilizou a simbologia adequada para representar a distância percorrida, o intervalo de tempo e a rapidez média. O aluno indicou corretamente as unidades para cada uma das variáveis, apresentando-as entre parênteses. No caso da rapidez média, surgem duas colunas, uma em que os valores foram apresentados nas unidades de m/s e outra em km/h. Na primeira coluna, referente à rapidez média o aluno aproveitou para escrever a expressão numérica utilizada no cálculo e percebe-se que apagou com a borracha as unidades do valor obtido. Nas notas de campo do professor, a respeito desta tarefa, pode ler-se o seguinte:

Procurei dar feedback aos alunos no sentido de destacar a importância da representação simbólica e da organização dos dados recorrendo por exemplo, a uma tabela. Os alunos revelaram responsabilidade e empenho na realização da tarefa, questionado sempre a melhor forma de apresentar os dados.

(Notas de campo do professor – tarefa 1 – parte 2)

O professor destaca nas suas notas de campo que o feedback fornecido aos alunos foi importante para que estes desenvolvessem logo nas primeiras aulas um sentido crítico perante a representação dos dados sob o formato de tabela.

Apresenta-se agora uma outra tabela construída por um aluno para a segunda tarefa:

	Nomes	$\Delta t_1 A \rightarrow B$	$\Delta t_2 B \rightarrow A$	TOTAL	Nomes	$x(m)$	$t(s)$
3	A	03,40	04,54	07,94	F	0 — 0 15 — 3,22 0 — 3,46	
2	B	03,38	5,90	09,28	B	15 — 10,84 0 — 16,74	
1	F	03,22	04,24	7,46	A	15 — 20,14 0 — 24,68	

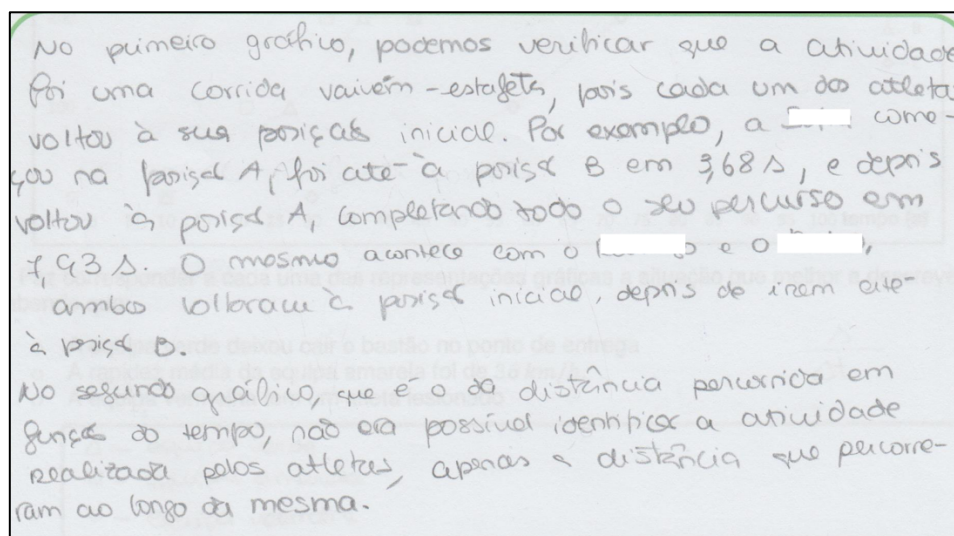
(Registos escritos dos alunos – tarefa 2)

Mais uma vez, o aluno recorreu à simbologia adequada e organizou os dados obtidos na corrida numa tabela. Nesta tabela, constam os nomes de cada elemento (A, B e F), o intervalo de tempo associado ao percurso de $A \rightarrow B$, de $B \rightarrow A$ e ainda o tempo total. O aluno acrescentou uma nova tabela em que inverte a ordem dos nomes de cada aluno (agora F, B e A), indicando a variável x (m) para indicar como variou a posição ao longo do tempo, t (s).

Transição entre representações

Ainda que a transição entre diferentes representações represente um desafio acrescido para o aluno, identificam-se potencialidades na sua integração no estudo do tema “Movimentos na Terra”. Os registos escritos dos alunos evidenciam aprendizagens na interpretação do movimento a partir de gráficos e figuras.

Relativamente às aprendizagens desenvolvidas na interpretação do movimento recorrendo à representação gráfica, apresenta-se o seguinte excerto de um aluno:



No primeiro gráfico, podemos verificar que a atividade foi uma corrida vaivém-estafeta, pois cada um dos atletas voltou à sua posição inicial. Por exemplo, o [] começou na posição A, foi até à posição B em 3,68 s, e depois voltou à posição A, completando todo o seu percurso em 7,93 s. O mesmo aconteceu com o [] e o [], ambos voltaram à posição inicial, depois de irarem até à posição B.

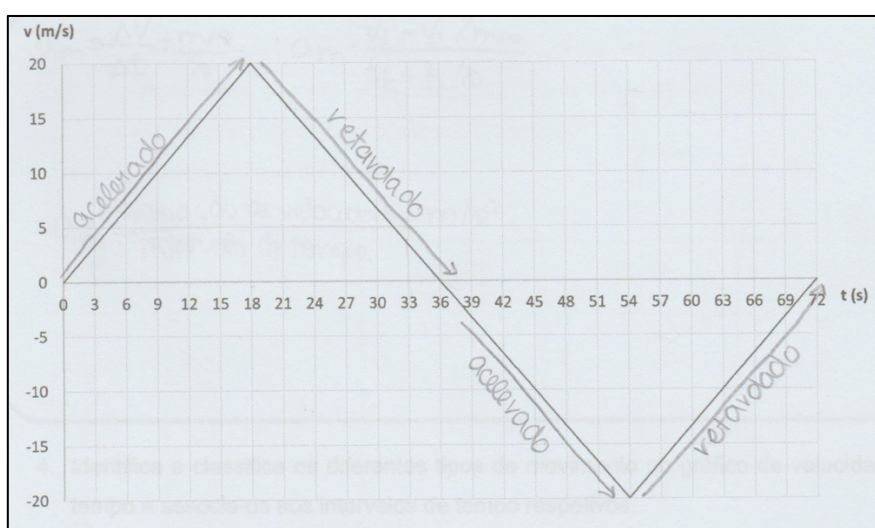
No segundo gráfico, que é o da distância percorrida em função do tempo, não era possível identificar a atividade realizada pelos atletas, apenas a distância que percorreram ao longo da mesma.

(Registos escritos dos alunos – tarefa 2)

Neste excerto, o aluno procurou descrever o movimento com base na leitura do gráfico. Contudo, percebe-se pela resposta do aluno que este recorreu a algum do conhecimento prévio que levou à construção do gráfico, nomeadamente quando refere que o movimento realizado correspondeu a uma corrida vaivém-estafeta. No entanto, é evidente que o aluno consegue distinguir a informação obtida nos dois gráficos da tarefa, um relativo à posição em função do tempo e outro da distância percorrida em função do tempo. No primeiro caso, o aluno refere que “cada um dos atletas voltou à sua posição inicial”, evidenciando compreender que o gráfico de posição-tempo descreve uma inversão de sentido em cada pico. No caso dos valores

apresentados para o intervalo de tempo realizado em cada troço do percurso, estes são apresentados até à segunda casa decimal, revelando que o aluno se baseou nos valores registados na tabela construída anteriormente. No segundo caso, o aluno salienta o facto de não se conseguir identificar a “atividade realizada pelos atletas”, mas apenas a distância percorrida por cada um, evidenciando aprendizagens na interpretação da informação obtida a partir do gráfico. O professor regista nas suas notas de campo que “o momento final de discussão em turma foi importante para discutir as informações obtidas em cada um dos gráficos”.

Ainda a respeito da interpretação de gráficos, os alunos foram capazes de classificar o tipo de movimento através do gráfico de velocidade-tempo:



(Registos escritos dos alunos – tarefa 4)

Neste excerto, o aluno aproveita a área do gráfico para classificar o tipo de movimento realizado em cada intervalo de tempo como acelerado ou retardado. Os alunos demonstram aprendizagens na descrição do movimento realizado pelo Grasshopper (tarefa 4). Apresenta-se em seguida um excerto dos registos escritos dos alunos:

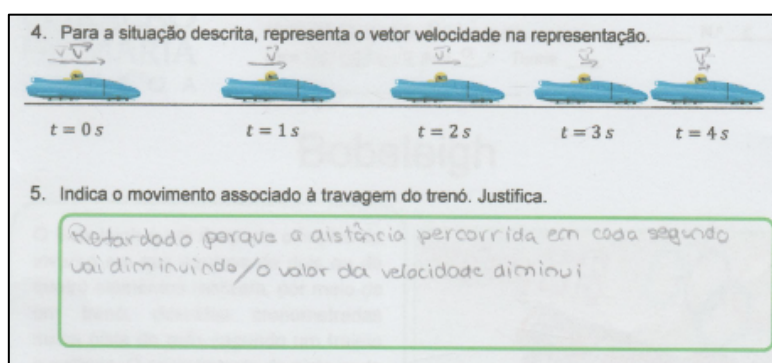
A velocidade do Grasshopper aumenta uniformemente até aos 18 segundos no sentido positivo e a partir dos 18 segundos e diminui uniformemente até parar aos 36 segundos. Depois altera o seu sentido para o sentido negativo, ou seja, de cima para baixo em que desde os 36 segundos até aos 54 segundos aumenta uniformemente e a partir daí diminui novamente.

(Registos escritos dos alunos – tarefa 4)

Neste excerto, o aluno demonstra várias aprendizagens. No que diz respeito à informação obtida unicamente do gráfico, o aluno foi capaz de identificar o tipo de movimento realizado. No intervalo de tempo $[0,18]$ s e $[36,54]$ s, o aluno indica que a “velocidade do Grasshopper aumenta uniformemente” referindo-se ao movimento uniformemente acelerado. No intervalo de tempo $[18,36]$ s e $[54, 72]$ s, o aluno indica que a velocidade “diminui uniformemente”, referindo-se ao tipo de movimento uniformemente retardado. Esta questão era particularmente desafiante porque o gráfico apresentado na tarefa envolvia velocidades negativas, ainda assim, o aluno conseguiu identificar a inversão de sentido, referindo que o propulsor “altera o seu sentido para o sentido negativo” de “cima para baixo”.

Na entrevista realizada com os alunos, quando questionados acerca das aprendizagens realizadas quando envolvidos em tarefas com multirrepresentações, estes referiram que “o vídeo ajudou a compreender o gráfico”, referindo-se ao vídeo utilizado na tarefa 4, referente ao lançamento do propulsor Grasshopper, e concluindo que “aprendemos melhor porque vemos várias representações”. As respostas dadas pelos alunos compravam que a utilização de multirrepresentações facilita a aprendizagem na resolução de problemas.

Os alunos realizaram ainda aprendizagens na classificação do movimento a partir de uma representação estroboscópica:



(Registos escritos dos alunos – tarefa 3)

Neste excerto o aluno conseguiu interpretar e classificar o tipo de movimento realizado na travagem do trenó. Nesta etapa os alunos apenas classificavam os movimentos como “movimento acelerado” ou “movimento retardado” dependendo da variação de velocidade. O aluno classificou o movimento como retardado e justificou que “a distância percorrida em cada segundo vai diminuindo”, evidenciando por isso aprendizagens neste domínio.

Estratégias que os alunos utilizam em tarefas que envolvem multirrepresentações sobre os Movimentos na Terra

Nesta seção apresentam-se os resultados que permitem dar resposta à última questão orientadora deste trabalho. As estratégias que os alunos utilizam quando envolvidos em tarefas com multirrepresentações subdividem-se em quatro categorias: pesquisa e seleção de informação; interação professor e aluno; tentativa e erro; trabalho de grupo.

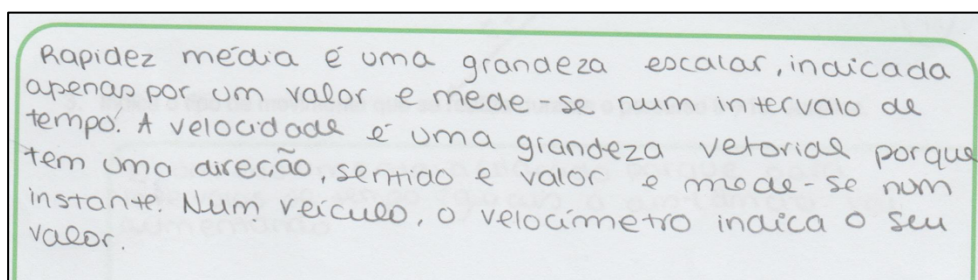
Pesquisa e seleção de informação

Durante a realização das tarefas, uma das estratégias mais utilizadas pelos alunos para realizarem aprendizagens foi a pesquisa e seleção de informação. Para realizar a pesquisa os alunos recorreram ao manual e aos documentos fornecidos pelo professor. Na entrevista os alunos referiram como utilizaram esta estratégia para dar resposta às tarefas:

Pesquisávamos primeiro no manual e nas fichas do professor, depois respondíamos. Mas tínhamos de pensar e escolher o mais importante. Quando a resposta não estava no manual perguntávamos ao professor.

(Entrevista aos alunos – transcrição das respostas)

Os alunos referiram que o primeiro passo para dar resposta às tarefas passava pela pesquisa de informação. No entanto, reconheceram que precisaram de selecionar a informação mais pertinente, “tínhamos de pensar e escolher o mais importante”. Esta resposta refere-se essencialmente às questões das tarefas em que era pedido aos alunos que pesquisassem e selecionassem informação do manual. Apresenta-se em seguida um excerto de um aluno que procurou distinguir o conceito de velocidade do conceito de rapidez média:



Rapidez média é uma grandeza escalar, indicada apenas por um valor e mede-se num intervalo de tempo. A velocidade é uma grandeza vetorial porque tem uma direção, sentido e valor e mede-se num instante. Num veículo, o velocímetro indica o seu valor.

(Registos escrito dos alunos – tarefa 3)

O aluno conseguiu selecionar a informação mais relevante que o permitiu distinguir as duas grandezas. O aluno identificou a rapidez média como uma grande escalar e a velocidade

como uma grandeza vetorial e ainda o facto de estas grandezas serem medidas respetivamente num intervalo de tempo e num instante de tempo.

Os alunos referiram ainda que quando não encontravam a resposta perguntavam ao professor. Esta resposta por parte dos alunos foi devidamente explorada na entrevista e será discutida na próxima categoria de análise.

Interação professor e aluno

A interação entre o professor e o aluno foi uma estratégia que ocorreu desde o início da intervenção. Quando os alunos referiram que perguntavam ao professor quando não sabiam a resposta ao problema, este questionou “o professor dava a resposta à pergunta?”. Apresenta-se em seguida a transcrição da entrevista dos alunos:

Não, o professor dava pistas, ajudava a perceber o problema.

Colocava a questão de outra maneira.

O professor dava ideia de como é que era.

Orientava para a resposta, ou se tivesse bem confirmava.

(Entrevista aos alunos – transcrição das respostas)

As respostas dos alunos demonstram que efetivamente o professor procurou orientar os alunos no seu processo de aprendizagem, não fornecendo a resposta final ao problema, mas colocando questões que levassem os alunos a repensar o problema de outra forma. Os alunos referiram ainda que “o professor orientava com aquilo que tínhamos de nos preocupar, para não estarmos a divagar”, demonstrando que a atitude do professor em sala de aula contribuiu para que estes se focassem nos objetivos de trabalho.

Quando questionados acerca das potencialidades o feedback atribuído pelo professor ao longo das aulas e nas próprias tarefas estes referiram que:

O feedback é vantajoso porque serve para chegar a outras conclusões, outros caminhos. Sabíamos o que estávamos a fazer mal e bem.

Ajuda-nos a compreender melhor as nossas dificuldades.

Por vezes tínhamos os dados, mas não tínhamos a certeza se estavam corretos, o professor ajudou a perceber se eram a melhor forma de chegar lá. Ajudou-nos com os gráficos. Deu-nos gráficos.

(Entrevista aos alunos – transcrição das respostas)

Os alunos identificaram o feedback do professor como construtivo no seu processo de aprendizagem. Através do feedback, os alunos conseguiram perceber se estavam num bom caminho ou o que poderiam fazer para lá chegar. Os alunos reconhecem que o feedback lhes permitiu ter consciência das suas dificuldades. Quando estes referem “Ajudou-nos com os

gráficos. Deu-nos gráficos” os alunos referem-se ao apoio que o professor deu na preparação da tarefa *role play* em que estes apresentaram à turma gráficos do movimento a diferentes velocidades.

Tentativa e erro

Uma outra estratégia utilizada na realização das tarefas consiste na tentativa e erro do aluno para dar resposta a um problema. Esta estratégia é evidenciada nos registos escritos dos alunos, como se apresenta em seguida:

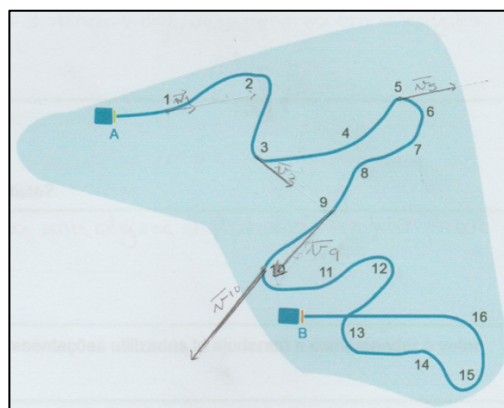
NOMES	$X(m)$	$t(s)$
F	0	0
	15	3,22
	0	7,46
B	15	10,84
	0	16,74
A	15	20,14
	0	24,68

(Registos escrito dos alunos – tarefa 2)

Neste excerto relativo à corrida estafeta, observa-se a posição e o instante de tempo do movimento. Na parte inferior percebe-se com alguma dificuldade, que o aluno contruiu inicialmente uma outra tabela, esta com três colunas para a posição A, B e novamente A, referente às posições marcadas no trajeto retilíneo com inversão de sentido realizado pelos alunos, $A \rightarrow B \rightarrow A$. Esta tabela, embora explique efetivamente o percurso realizado, não permite obter os dados diretamente para a construção do gráfico de posição-tempo, assim, acredita-se que esta tenha facilitado o aluno na transição entre o percurso realizado e a representação gráfica.

Apresenta-se em seguida outro exemplo recorrendo à mesma estratégia:

Ponto de Passagem	v (m/s)
1	30
3	60
5	75
9	120
10	150



(Registos escrito dos alunos – tarefa 3)

Neste excerto, o aluno procedeu a um cálculo auxiliar com o objetivo de determinar a proporção da velocidade em cada ponto de passagem. Embora não se consiga perceber o raciocínio utilizado pelo aluno, percebe-se pela representação vetorial que inicialmente o aluno desenhou o vetor velocidade com diferentes intensidades. No entanto, tendo em conta que na posição número um a velocidade admitia o valor mais baixo, o aluno diminui a intensidade do vetor de forma a conseguir fazer a devida proporção para os restantes com intensidade superior.

Na entrevista realizada com os alunos estes referem o erro como algo positivo:

A tarefa permite ir por vários caminhos.

Por exemplo, se o professor diz para fazer uma coisa, mas eu lembro-me de uma coisa, mas está mal, e faço como o professor quer, já não faço à minha maneira.

Como fomos nós sozinhos a aprender, percebíamos as nossas dificuldades.

(Entrevista aos alunos – transcrição das respostas)

Embora as tarefas construídas para esta temática apresentem uma natureza de resolução de problemas, caracterizadas por conter uma só resposta final, permite que os alunos recorram a diferentes estratégias e caminhos para lá chegar. Os alunos reconhecem que nem sempre adotam os melhores caminhos, mas pelo facto de isso lhes ser possibilitado estes desenvolvem processos de metacognição que lhes permite perceber as dificuldades encontradas. Neste excerto evidencia-se o papel ativo do aluno que se procurou fomentar com estas tarefas.

Trabalho de grupo

O trabalho de grupo esteve sempre presente nas cinco tarefas desenvolvidas com os alunos. Na entrevista, os alunos partilharam com o professor de que modo o trabalho de grupo contribuiu para a realização das tarefas:

Cada um tentava dizer o que sabia consoante os dados.

Nós fazíamos por tópicos. No meu grupo, começávamos por colocar tópicos da resposta. Discutíamos a resposta, é muito importante.

Sim, discutíamos entre nós e tentávamos chegar a uma conclusão.

Se um aluno não concordava, ouvíamos o outro e tentávamos contrapor, fundamentávamos a nossa resposta.

Mais cabeças a pensar, é importante para chegar a uma conclusão.

Eu gosto de trabalhar em grupo, o que eu não sei, o outro pode saber.

(Entrevista aos alunos – transcrição das respostas)

Os alunos consideraram que o trabalho de grupo contribuiu de forma positiva para a realização das tarefas, referindo que o contributo de todos foi “importante para chegar a uma conclusão”. Com isto, os alunos evidenciaram que o trabalho de grupo exigiu a cooperação entre os colegas para dar resposta aos problemas propostos. Uma das estratégias que os alunos recorreram na realização das tarefas foi a discussão em grupo, manifestando diferentes pontos de vista, mas sempre com o respeito e a capacidade de ouvir o colega. Um dos alunos referiu que cada elemento do grupo contribuiu para a resposta final através da elaboração de tópicos de resposta. Um dos alunos referiu ainda que “o que eu não sei, o outro pode saber”, demonstrando uma das potencialidades do trabalho de grupo em que se integram elementos com diferentes valências.

CAPÍTULO VI

DISCUSSÃO, CONCLUSÃO E REFLEXÃO FINAL

Este trabalho teve como finalidade conhecer de que forma as multirrepresentações contribuem para as aprendizagens dos alunos acerca dos Movimentos na Terra. Com as questões orientadoras do trabalho pretendeu-se identificar as dificuldades sentidas pelos alunos na realização das tarefas, as aprendizagens realizadas no desenvolvimento das tarefas e as estratégias a que os alunos recorrem para dar resposta aos problemas propostos. De modo a dar resposta a estas questões, recorreu-se a uma investigação qualitativa. Para a recolha de dados, utilizou-se os registos escritos dos alunos, as notas de campo do professor e a entrevista em grupo focado. Da análise dos dados recolhidos surgiram categorias e subcategorias de análise que permitiram dar resposta às questões orientadoras. O presente capítulo encontra-se organizado em três partes: discussão dos resultados obtidos, conclusão e reflexão final.

Discussão dos Resultados

Com a primeira questão orientadora deste trabalho pretendeu-se conhecer as dificuldades dos alunos, quando envolvidos em tarefas com multirrepresentações, acerca dos Movimentos na Terra. Da análise de dados emergiram categorias relacionadas com o uso de diferentes modos de representação e a transição entre representações.

Relativamente às dificuldades no uso de modos de representação, destacam-se aquelas relacionadas com as representações simbólicas, verbal e visual. Na representação simbólica os alunos evidenciaram sentir dificuldades nas expressões e simbologia matemática, bem como nas representações vetoriais. Estas dificuldades foram perceptíveis na forma como os alunos apresentam as respostas aos problemas, frequentemente na forma esquemática e sem identificação de variáveis. De facto, as dificuldades relacionadas com a matemática na resolução de problemas de física é uma dificuldade largamente discutida na literatura (Ornek, Robinson & Haugan, 2008). Na perspetiva de Uhden e Pospiech (2009), os alunos olham a matemática e a física como duas disciplinas distintas, não reconhecendo a interligação entre as explicações físicas e os modelos matemáticos. Uma dificuldade perceptível ao longo de todo o trabalho realizado com os alunos foi ao nível da apresentação das unidades, por omissão ou apresentação incorreta. Os investigadores Uhden e Pospiech (2018) referem que a apresentação

de unidades parece estar associada a um processo de memorização, sem que seja estabelecida uma relação com o seu significado físico. Já o estudo de Nguyen e Rebello (2011), na resolução de problemas, recorrendo às multirrepresentações, revela que tais dificuldades continuam a existir em alunos do ensino superior.

Ao nível da representação verbal foram evidenciadas dificuldades na preparação dos argumentos para a discussão *role play* e no uso da terminologia científica. A preparação para o *role play* revelou que os alunos sentem dificuldades em escrever os seus argumentos. Neste trabalho recorreu-se à metodologia proposta por Simonneaux (2001), na preparação da discussão *role play*, foi pedido aos alunos que escrevessem os principais argumentos, assim como um conjunto de questões que pudessem ser colocadas aos outros grupos no momento de discussão. Embora esta estratégia se tenha revelado positiva no trabalho de Simonneaux (2001), neste trabalho, os alunos revelaram uma resistência para o fazer. Em parte, esta dificuldade pode estar relacionada com a utilização da linguagem científica, uma vez que alguns alunos manifestaram na entrevista sentir dificuldades na produção de textos. De acordo com Wellington e Osborne (2001), a linguagem científica representa uma barreira para muitos alunos na aprendizagem das ciências. Os autores defendem que esta dificuldade só consegue ser superada com a prática, sendo que diferentes experiências educativas poderão promover tal aprendizagem. O *role play* pretende em certa medida responder a esse objetivo, desenvolvendo a comunicação e a linguagem científica.

Ao nível da representação visual destacam-se as dificuldades relacionadas com o esboço de gráficos, nomeadamente na manipulação da escala do gráfico de posição-tempo e distância-tempo. A dificuldade na escala foi evidenciada pela utilização do corretor no processo de tentativa do aluno. Este processo é inerente à resolução de problemas, onde o aluno procura diferentes estratégias até conseguir chegar ao produto desejado (Pizzini et al., 1989). Nas tarefas desenvolvidas neste trabalho pretendeu-se ir mais além do que apenas a interpretação de gráficos, assumindo que a sua construção também contribui para uma maior compreensão. Do ponto de vista da literatura, tanto as orientações curriculares como as recomendações para a integração de multirrepresentações sugerem que o aluno seja envolvido na construção de gráficos (Gavlão et al., 2001; Treagust et al., 2017).

Na transição entre representações, os alunos revelaram sentir dificuldades na descrição do movimento a partir de um vídeo, bem como na representação e interpretação gráfica. A transição entre representações é uma tarefa exigente para o aluno (Angel et al., 2004). No caso do vídeo de descolagem e aterragem de um propulsor, os alunos tiveram dificuldades na

interpretação da velocidade. Contudo, esta dificuldade já era esperada, uma vez que o conceito de velocidade exige um certo grau de abstração. Essa dificuldade foi também visível na interpretação do gráfico, a respeito do sentido do movimento. Os alunos sentem dificuldades quando o movimento se realiza no sentido negativo da trajetória (Goldberg & Anderson , 1989). De acordo com Lin e Chiu (2017), quanto maior a diferença entre duas representações mais difícil será para o aluno estabelecer uma relação entre elas.

Contudo, os alunos realizaram também aprendizagens nos mesmos domínios, referentes à utilização de modos de representação e transição entre representações. Verificou-se que, apesar das dificuldades manifestadas pelos alunos, estas foram diminuindo à medida que as tarefas foram sendo realizadas. No modo de representação simbólico, os alunos evidenciaram aprendizagens na representação vetorial e na aplicação de expressões. Segundo Driver et al. (1994), estas aprendizagens são essenciais para compreender tópicos mais avançados de Física.

No modo de representação verbal os alunos realizaram aprendizagens na redação de uma ata e ao nível da argumentação. O *role play* assumiu grande destaque no desenvolvimento da argumentação, uma vez que os alunos tiveram oportunidade de preparar e apresentar argumentos que defendessem a sua posição. Este resultado também foi observado no estudo realizado por Gray (2004). No modo de representação visual evidenciaram-se aprendizagens no esboço de gráficos e na organização dos dados em tabela, requisito essencial para atingir uma maior compreensão dos tópicos envolvidos (Galvão et al., 2001).

Na transição entre representações os alunos revelaram ter desenvolvido aprendizagens que lhe permitiram descrever o movimento recorrendo a gráficos, vídeos e figuras. Este resultado demonstrou que a transição entre representações, apesar de exigente para o aluno, pode resultar numa aprendizagem mais profunda na descrição do movimento, o que comprova a teoria de Ainsworth (1999) relativamente às funções desempenhadas pelas multirrepresentações.

Por último, os resultados à terceira questão orientadora, revelaram algumas das estratégias utilizadas pelos alunos na realização das tarefas, das quais se destacam: a pesquisa e seleção de informação, a interação professor e aluno, a tentativa e erro, e o trabalho de grupo. De modo a dar resposta aos diversos problemas, os alunos realizaram pesquisas e selecionaram informação no manual e nos documentos fornecidos pelo professor. Esta prática letiva, centrada no aluno, encontra-se em sintonia com as recomendações para o desenvolvimento da

autonomia dos alunos, assim como no desenvolvimento de uma atitude crítica perante a informação (Galvão et al., 2006).

No que diz respeito à interação professor e aluno, estes manifestaram recorrer ao professor para esclarecer as suas dúvidas, referindo que o professor não dava a resposta ao problema, mas orientava no processo de pesquisa. Neste sentido, os alunos foram capazes de identificar o feedback do professor como construtor da sua aprendizagem. O feedback utilizado pelo professor procurou motivar os alunos na resolução dos problemas, encorajando a pesquisa de diferentes caminhos de resolução, bem como a superar as suas dificuldades. De facto, Hattie (2003) refere no seu estudo quantitativo que o feedback atribuído pelo professor é o fator que mais contribui para a aprendizagem dos alunos.

A tentativa e erro constitui uma estratégia a que os alunos recorrem frequentemente na resolução de problemas. Com esta estratégia os alunos revelaram que as suas dificuldades iniciais são superadas através das várias tentativas de resolução, em que o aluno procura o melhor processo ou caminho de resolução para apresentação do produto final. Esta estratégia encontra-se em sintonia com os diferentes passos propostos por Pizzini et al. (1989) para a resolução de problemas.

O trabalho de grupo revelou-se uma estratégia positiva para a aprendizagem dos alunos. A discussão com os colegas e a partilha de ideias fez com que os alunos conseguissem superar as dificuldades, de forma colaborativa, na resolução dos problemas propostos. Os alunos manifestaram ainda a capacidade de ouvir e respeitar os colegas. Estas competências centram-se ao nível do relacionamento interpessoal e são competências fundamentais no perfil do aluno do século XXI (Martins et al., 2017).

Conclusão

Neste trabalho optou-se por integrar o quadro conceptual das multirrepresentações nas estratégias de ensino de resolução de problemas e discussão *role play*. Os alunos analisaram mapas de trajetórias, realizaram uma corrida, procederam à recolha e interpretação dos dados, visualizaram vídeos, construíram gráficos, interpretaram animações, descreveram o movimento e participaram em discussões. Todo o trabalho desenvolvido pelos alunos permitiu desenvolver aprendizagens significativas na compreensão dos Movimentos. Os alunos desenvolveram aprendizagens na descrição do movimento, relacionando diferentes representações e evidenciando uma aprendizagem significativa no tópico. Os alunos

contruíram também as suas próprias representações, das quais se destacam, as representações gráficas e as representações vetoriais, estas particularmente desafiantes para o aluno, mas facilitadas pela proximidade estabelecida entre o aluno e o contexto.

Percebe-se também que, o trabalho desenvolvido com os alunos, permitiu desenvolver um conjunto de competências preconizadas nas orientações curriculares para o ensino da Física e Química no ensino básico (Galvão et al., 2001). Ao nível do raciocínio, os alunos tiveram a oportunidade de resolver problemas, desenvolvendo o seu pensamento crítico e criativo. Ao nível da comunicação, as tarefas levaram os alunos a realizar pesquisas e fomentaram o uso da linguagem científica, nomeadamente, a estratégia *role play*, permitiu que os alunos participassem em situações de natureza científica, tecnológica social e ambiental, recorrendo a argumentos para defender a sua posição. Também ao nível das atitudes foram realizadas aprendizagens, os alunos adotaram uma posição crítica perante os dados, discutindo em grupo e adotando uma atitude proactiva na resolução de problemas.

Na entrevista surgiu algo interessante que não se discutiu nos resultados, relativo à consciencialização e aplicação dos conhecimentos no dia a dia dos alunos. Vários alunos referiram que os conteúdos trabalhos na unidade lhes permitiram tomar uma maior consciência em relação à segurança rodoviária. Uma aluna referiu ter alertado a mãe acerca da distância de travagem e do tempo de reação médio para o acionamento dos travões.

Os resultados obtidos com este trabalho permitem inferir algumas conclusões em relação às potencialidades da integração de multirrepresentações no ensino do tema Movimentos na Terra. Conclui-se assim que o uso de multirrepresentações facilita não só a compreensão e o desenvolvimento de aprendizagens e competências, como também desenvolve a autonomia e promove um maior gosto e interesse do aluno no seu processo de aprendizagem.

Na verdade, as multirrepresentações constituem um quadro conceptual bastante versátil e que pode ser aplicado em diferentes experiências educativas. Cabe ao professor refletir sobre a melhor estratégia e adequa-la aos interesses dos seus alunos. As estratégias adotadas resultaram bem com esta turma, na medida em que o feedback dos alunos à tarefa foi bastante positivo. Os alunos manifestaram o gosto pelos contextos da tarefa, referindo que estes iam ao encontro dos seus interesses – “são temas interessantes para todos, se fosse só futebol ou corridas, só os rapazes é que gostavam”. Os alunos gostaram especialmente da tarefa *role play*,

porque envolveu a discussão e a partilha de ideias entre toda a turma, desenvolvendo um conjunto de competências que por hábito não são tão exploradas.

Todo o trabalho desenvolvido com os alunos está em sintonia com as recomendações para o ensino das ciências. Um ensino centrado no aluno, em que o professor assume um papel orientador das aprendizagens, a resolução de problemas e a participação em discussões são condições essenciais para o desenvolvimento de competências necessárias a uma participação ativa em sociedade (Galvão et al., 2006).

As limitações deste estudo centram-se ao nível da recolha de dados. Devido ao novo regulamento de proteção de dados, não foi possível neste trabalho proceder ao registo áudio das aulas ou das entrevistas. Desta forma, perdeu-se certamente alguns dados que poderiam enriquecer a resposta às questões orientadoras deste trabalho. Particularmente no caso da entrevista, a transcrição foi realizada pelo professor no mesmo momento em que conduzia a entrevista, revelando-se um desafio. O registo áudio da aula poderia ajudar a comprovar algumas das estratégias utilizadas pelos alunos na resolução das tarefas, ou até, estabelecer novas categorias de análise.

Este estudo deixa em aberto algumas questões de investigação que poderão ser trabalhadas dentro do domínio das multirrepresentações:

- Qual o contributo de materiais didáticos envolvendo multirrepresentações ou analogias na aprendizagem de conceitos abstratos?
- Qual o contributo das multirrepresentações em ambientes tecnologicamente enriquecidos na aprendizagem dos alunos?

O acesso à tecnologia e à quantidade de processamento permitem hoje criar *software* didático acessível a partir de qualquer dispositivo. É sabido também que as escolas detêm de tais recursos, mas nem sempre são utilizados. É importante romper com esta prática e elevar a educação para um novo patamar tecnológico. A premissa aqui não é a introdução da tecnologia na sala de aula simplesmente porque é um tema atual, mas porque efetivamente apresenta características que contribuem para um ambiente educativo inovador, nomeadamente pelo seu carácter dinâmico e programável. O professor pode recorrer a laboratórios virtuais que auxiliem a interpretação do aluno, permitindo-lhe experimentar em tempo real diferentes variáveis numa só representação.

Reflexão final

A reflexão que faço ao trabalho aqui apresentado exige necessariamente um olhar sobre todo o percurso realizado desde a entrada no mestrado em ensino. Este trabalho é fruto de todas as vivências proporcionadas pelas diferentes unidades curriculares, assim como da discussão e reflexão com colegas e professores. Este caminho, nem sempre fácil, apresentou os seus desafios e dificuldades que contribuíram para a minha aprendizagem e para a construção da visão que tenho hoje do que significa ser professor. Procuro nesta reflexão partilhar alguns dos aspetos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

Durante este percurso tive a oportunidade de conhecer e trabalhar com diferentes estratégias de ensino que me permitiram adotar uma atitude crítica quanto ao processo de ensino e aprendizagem. Considero que a implementação de uma estratégia de ensino deve ter como foco principal os alunos e a sua aprendizagem. Neste sentido, é crucial desenvolver estratégias que vão ao encontro dos seus interesses e possibilitem o desenvolvimento de competências várias.

No âmbito deste trabalho, surgiram desafios relacionados com a conceção, planificação e implementação das tarefas. Na fase de conceção procurei enquadrar os objetivos de aprendizagem em contextos reais e familiares aos alunos, exigindo um longo trabalho de pesquisa e alguma criatividade. A discussão com os colegas e com os professores também foi importante para análise cuidada das questões das tarefas, a fim de verificar se estas realmente davam resposta aos objetivos propostos. Também na fase de planificação surgiu o desafio de antecipar as dificuldades dos alunos, exigindo uma revisão da literatura acerca das dificuldades mais comuns encontradas em cada tópico. Este processo de planificação das aulas, apesar de minucioso, revelou-se uma mais-valia. Na minha intervenção letiva consegui em vários momentos adotar estratégias que permitiram aos alunos superar as suas dificuldades. No que diz respeito à implementação das tarefas, surgiram receios e preocupações iniciais relativas à minha postura enquanto professor. A transição de professor para aluno requer repensar o meu papel. No início não me sentia muito confortável com os momentos de discussão em turma. Eu colocava uma questão para dar início à discussão, mas logo que os alunos começavam a responder, eu procurava explorar aquela que se aproximasse mais do objetivo e, em poucos minutos, a discussão terminava. Na verdade, esta prática não era uma discussão, mas uma procura rápida pela resposta correta. Neste sentido, depois de uma reflexão, percebi que era

importante dar tempo para os alunos discutirem as suas ideias e aproveitar o tipo de respostas para estabelecer relações e ligações entre os conceitos científicos. Percebi que esta mudança resultou em discussões mais ricas e num maior envolvimento dos alunos no trabalho realizado. Também percebi que ganhar uma maior confiança na sala de aula requer olhar para a minha prática e refletir sobre ela. Para esta reflexão é importante a recolha de evidências dos alunos e as questões da professora cooperante ou de outros observadores. Olhar para a prática e refletir sobre o trabalho desenvolvido permitiu-me crescer enquanto professor.

Na minha intervenção letiva procurei integrar abordagens de ensino centradas nos alunos e que lhes permitissem regular o seu processo de aprendizagem. Neste sentido, recorri ao *feedback* como ferramenta de avaliação formativa e procurei ser orientador das aprendizagens do aluno. Utilizei o questionamento, formulando questões abertas e orientadoras, de forma a explorar o raciocínio dos alunos e desafiar o confronto de ideias. Acredito que esta técnica tenha desenvolvido nos alunos a autonomia na resolução de problemas, assim como o desenvolvimento de processos de metacognição.

A reflexão que faço acerca das tarefas construídas no âmbito deste trabalho, envolvendo multirrepresentações, é positiva, na medida em que resultaram em aprendizagens para os alunos e numa compreensão mais profunda dos tópicos envolvidos. Considero ainda ter conseguido estimular o interesse e a motivação do aluno em aprender através de contextos reais e próximos do seu dia a dia. As tarefas permitiram também desenvolver um conjunto de competências necessárias a uma participação em sociedade, como são exemplo a resolução de problemas, o desenvolvimento do espírito crítico e a tomada de decisão.

Também a minha visão a respeito do papel do professor é hoje mais rica e completa. Ser professor é muito mais do que transmitir conhecimento, os alunos de hoje recusam-se a ser passivos no processo de ensino e aprendizagem. A minha visão corresponde a um professor que pensa, que reflete e que procura constantemente melhorar a sua prática profissional. Considero ter desenvolvido neste mestrado diversas aprendizagens que me serão úteis durante todo o meu percurso enquanto professor e profissional. Revejo-me a utilizar estratégias de ensino inovadoras e potenciadoras de uma aprendizagem significativa. Revejo-me a recorrer à investigação sobre a própria prática para resolver os problemas com que me deparo ao longo da minha carreira como professor. Com este trabalho de cariz investigativo, aprendi que a investigação em educação faz sentido e que nos permite ir mais longe, i.e., permite ao professor fundamentar as suas decisões e suportá-las em evidências que recolhe da sua prática. Mais ainda permite ao professor encontrar resposta para os problemas com que se confronta.

Termino salientando que procurarei acima de tudo colocar os alunos em primeiro lugar, recorrendo constantemente às melhores estratégias que contribuam para as suas aprendizagens. Acredito ter adquirido as ferramentas que me permitam lidar com a incerteza e com as adaptações a um ensino centrado no aluno. Este percurso não termina aqui, além de professor continuarei a ser um aluno na procura de conhecimento.

REFERÊNCIAS

- Ainsworth, S. (1999). The functions of multiple representations. *Computers & education*, 33(2-3), 131-152.
- Angell, C., Guttersrud, Ø., Henriksen, E. K., & Isnes, A. (2004). Physics: Frightful, but fun. Pupils' and teachers' views of physics and physics teaching. *Science Education*, 88(5), 683-706.
- Baptista, M. (2017). What is a good practice of science teaching? Some paths. *Problems of Education in the 21st Century*, 75(3), 212-214.
- Baptista, M., & Conceição, T. (2017). Ensino da Física no 3.º ciclo da educação básica. In H. V. Feliciano, *O Ensino como fator de envolvimento numa escola para todos* (pp. 185-211). Lisboa: Climepsi.
- Bogdan, R., & Biklen, S. K. (1994). *Investigação qualitativa em educação: Uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto: Porto Editora.
- Cavalcanti, E., & Soares, M. (2009). O uso do jogo de roles (roleplaying game) como estratégia de discussão e avaliação do conhecimento químico. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 8(1), 255-282.
- DeBoer, G. E. (2000). Scientific Literacy: Another Look at Its Historical and Contemporary Meanings and Its Relationship to Science Education Reform. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(6), 582-601.
- Diário da República. (2016). *Carta Ética para a Investigação em Educação e Formação do Instituto de Educação da Universidade de Lisboa*. 2.ª série - N.º 52 - 15 de março.
- Dillon, J. (1994). *Using discussion in classrooms*. Buckingham: Open University Press.
- Driver, R., Squires, A., Rushworth, P., & Wood-Robinson, V. (1994). *Making Sense of Secondary Science*. New York: Routledge.
- Fernandes, D. (1991). Notas sobre os paradigmas da investigação em educação. *Noesis*, 18, 64-66.
- Fiolhais, C., Portela, C., Constantino, B., Braguez, F., Ventura, G., Nogueira, R., & Rodrigues, S. (2013). *Metas curriculares do 3º ciclo do Ensino Básico - Ciências Físico-Químicas*. Lisboa: Ministério da Educação.

- Frazer, M. J. (1986). It's only a beginning. Science for all: implications beyond 16. *School Science Review*, 68(242), 5-11.
- Galvão, C., Neves, A., Freire, A., Sousa Lopes, A., Santos, M., Vilela, M., . . . Pereira, M. (2001, Junho). *Ciências Físicas e Naturais - Orientações Curriculares Ensino Básico 3º Ciclo*. Lisboa: Ministério da Educação.
- Galvão, C., Reis, P., Freire, A., & Oliveira, T. (2006). *Avaliação de competências em ciências*. Lisboa: Edições Asa.
- Giddens, A. (2002). *O Mundo na Era da Globalização* (4º ed.). Lisboa: Editorial Presença.
- Gilbert, J. K. (2005). *Visualization: A metacognitive skill in science and science education*. Dordrecht: Springer.
- Gilbert, J., Osborne, R., & Fensham, P. (1982). Children's Science and its consequences for teaching. *Science Education*, 66(4), 623-633.
- Goldberg, F., & Anderson, J. (1989). Student difficulties with graphical representations of negative values of velocity. *The Physics Teacher*, 27, 254-260.
- Gray, L. C. (2004). The use of role-play in the science lesson: a study on discussion and conflict resolution.
- Hattie, J. (2003). *Teachers make a difference: What is the research evidence? Paper presented at the Building Teacher Quality: What does the research tell us ACER Research Conference, Melbourne, Australia. Retirado de http://research.acer.edu.au/research_conference_2003/4/.*
- Hayes, J. R. (1981). *The Complete Problem Solver*. Philadelphia: Franklin Institute Press.
- Hodson, D. (1998). *Teaching and learning science: Towards a personalized approach*. Buckingham: Open University Press.
- Hodson, D. (2014). Learning science, learning about science, doing science: Different goals demand different learning methods. *International Journal of Science Education*, 36(15), 2534-2553.
- Hodson, D., & Reid, D. (1988). Changing priorities in science education, Part I. *School Science Review*, 70(250), 101-108.
- Jones, A. (1983). Investigation of students' understanding of speed, velocity and acceleration. *Research in Science Education*, 13, 95-104.

- Kerslake, D. (1981). Graphs. In K. Hart, *Children's understanding of mathematics* (Vol. 11, pp. 120–136). London: John Murray.
- Kurnaz, M. A., & Arslan, A. S. (2014). Effectiveness of Multiple Representations for Learning Energy Concepts: Case of Turkey. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 116, 627-632.
- Laburú, C. E., Barros, M. L., & Silva, O. M. (2011). Multimodos e múltiplas representações, aprendizagem significativa e subjetividade: três referenciais conciliáveis da educação científica. *Ciência & Educação*, 17(2).
- Ladousse, G. (1987). *Role play*. Oxford: Oxford University Press.
- Lin, J.-W., & Chiu, M.-H. (2017). Evaluating Multiple Analogical Representations from Students' Perceptions. In D. F. Treagust, R. Duit, & H. E. Fischer, *Multiple Representations in Physics Education* (pp. 71-91). Cham: Springer.
- Lyle, K. S., & Robinson, W. R. (2001). Teaching Science Problem Solving: An Overview of Experimental Work. *Journal of Chemical Education*, 78(9), 1162-1163.
- Martins, G., Gomes, C., Brocardo, J., Pedrosa, J., Carrillo, J., Silva, L., . . . Rodrigues, S. (2017). *Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória*.
- Mayer, R. (2001). *Multimedia Learning*. New York: Cambridge University Press.
- Mukhopadhyay, R. (2013). Problem Solving In Science Learning - Some Important Considerations of a Teacher. *Journal Of Humanities And Social Science*, 8(6), 21-25.
- National Research Council - NRC. (2000). *Inquiry and the National Science Education*. Washington, DC: National Academy Press.
- Nguyen, D.-H., & Rebello, N. S. (2011). Students' Difficulties With Multiple Representations in Introductory Mechanics. *US-China Education Review*, 8(5), 559-569.
- OECD. (2016). *PISA 2015 - Assessment and Analytical Framework: Science, Reading, Mathematics and Financial Literacy*. Paris: OECD Publishing.
- OECD. (2018). *PISA - Preparing our youth for an inclusive and sustainable world - The OECD PISA global competence framework*. Paris: OECD Publishing.
- Oliveira, H., Menezes, L., & Canavarro, A. P. (2013). Conceptualizando o ensino exploratório da matemática: contributos da prática de uma professora do 3.º ciclo para a construção de um quadro de referência. *Quadrante*, 22(2), 1-25.

- Opfermann, M., Schmeck, A., & Fischer, H. E. (2017). Multiple Representations in Physics and Science Education – Why Should We Use Them? In D. F. Treagust, R. Duit, & H. E. Fischer, *Multiple Representations in Physics Education* (pp. 1-22). Cham: Springer.
- Ornek, F., Robinson, W. R., & Haugan, M. P. (2008). What makes physics difficult? *International Journal of Environmental and Science Education*, 3(1), 30-34.
- Osborne, J. (2000). Science for citizenship. In M. Monk, & J. Osborn (Ed.), *Good practice in science teaching*. London: Open University Press.
- Osborne, J., & Dillon, J. (2008). *Science education in Europe: Critical reflections*. Kings's College London: The Nuffield Foundation.
- Patton, M. (2002). *Qualitative research and evaluation methods*. Thousand Oaks, CA: SAGE Publications.
- Pizzini, E. L., Shepardson, D. P., & Abell, S. K. (1989). A rationale for and the development of a problem solving model of instruction in science education. *Science Education*, 73(5), 523-534.
- Ponte, J. P. (2005). Gestão curricular em Matemática. In G. (Ed.), *O professor e o desenvolvimento curricular* (pp. 11-34). Lisboa: APM.
- Reis, P. (2006). Ciência e Educação: Que relação? *Interações*, 3, 160-187.
- Simonneaux, L. (2001). Role-play or debate to promote students' argumentation and justification on an issue in animal transgenesis. *International Journal of Science Education*, 23(9), 903-927.
- Solaz-Portolés, J., & Lopez, V. (2007). Representations in problem solving in science: Directions for practice. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 8(2), 1-17.
- Solomon, J. (1993). *Teaching science, technology and society*. Buckingham: Open University Press.
- Treagust, D., Duit, R., & Fischer, H. (2017). *Multiple Representations in Physics Education*. Switzerland: Springer.
- Tuckman, B. (2005). *Manual de investigação em educação*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.

- Uhden, O., & Pospiech, G. (2009). Translating between mathematics and physics: Analysis of student's difficulties. *GIREP-EPEC Conference Frontiers of Physics Education*, 26-31.
- Vosniadou, S. (2012). Reframing the classical approach to conceptual change: preconceptions, misconceptions and synthetic models. In B. Fraser, K. Tobin, & C. McRobbie, *Second international handbook of science education* (pp. 119-130). New York: Springer.
- Wellington, J. (2002). *Teaching and Learning Secondary Science*. Lisbon: Routledge.
- Wellington, J., & Osborne, J. (2001). *Language and Literacy in Science Education*. Buckingham: Open University Press.
- Wong, D., Poo, S. P., Hock, N. E., & Kang, W. L. (2011). Learning with multiple representations: an example of a revision lesson in mechanics. *Physics Education*, 46(2), 178-186.

APÊNDICE A

PLANIFICAÇÃO DAS AULAS

Desenvolvimento da aula da tarefa 1 – Corrida às medalhas

Tarefas e atividades de aprendizagem	Duração esperada	Atividade dos alunos e possíveis dificuldades	Respostas do professor e aspetos a ter em atenção	Objetivos e avaliação dos alunos	Materiais
Parte I I. Introdução da temática em estudo. Leitura da tarefa.	15 min	Entrada e organização. Ouvir com atenção a explicação acerca do desenvolvimento da tarefa. Ouvir com atenção a leitura do texto. Dificuldades: - Em compreender o objetivo da tarefa - Em relacionar o mapa e as descrições do trajeto percorrido pelos condutores	<p>O professor começa por apresentar a unidade em estudo, referindo que serão trabalhadas diferentes representações e que para isso, é importante que os alunos apliquem sempre os seus conhecimentos prévios.</p> <p>Dá indicação que todos os conhecimentos já referidos nas aulas anteriores deverão ser integrados na tarefa. (O conceito de trajetória, distância percorrida, instante e intervalo de tempo).</p> <p>O professor distribui os alunos por grupos de trabalho entre três e quatro elementos. Apresenta da tarefa e informa os alunos acerca da duração, do modo de trabalho e que serão avaliados ao longo da tarefa através de uma avaliação formativa. Recorda ainda que as tarefas serão recolhidas e que por isso é importante que registem tudo no enunciado.</p> <p>Distribui o enunciado da tarefa em papel e pede a um aluno que faça a leitura do texto introdutório.</p> <p>Estratégia do professor para lidar com as dificuldades: - Projeta a tarefa no quadro interativo e dá uma breve explicação daquilo que pode ser encontrado na tarefa nomeadamente o mapa, onde poderão ser retiradas informações quanto à trajetória dos três condutores, as medalhas e os requisitos</p>	Mostrar compreensão acerca do modo de trabalho	Projetor Computador Tarefa em formato digital Enunciado da tarefa

			<p>necessários para ganhar e a descrição do trajeto dos três condutores.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Explica que todos os condutores partem do mesmo ponto observado no gráfico, realizando duas entregas em dois pontos específicos. O percurso realizado pelos condutores é sempre desde o ponto inicial, passando pelo ponto número um e terminam as entregas no ponto número dois, não existindo inversão na sua ordem. <p>Lê a questão 1 e esclarece dúvidas adicionais que possam surgir.</p>		
<p>II. Momento de trabalho autónomo para responder à questão 1.</p> <p>Questão 1: A quem serão atribuídas as medalhas?</p>	30 min	<p>Os alunos trabalham em grupo para dar resposta à questão. Recorrem à informação contida no mapa e nos textos da tarefa.</p> <p><u>Possível resolução</u></p> <p>Cálculo da distância percorrida:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Utilizam uma linha sobreposta no mapa para determinar o comprimento da trajetória. Recorrendo à escala do mapa, calculam a proporção e obtêm a distância percorrida. <p>Cálculo do intervalo de tempo:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Utilizam os dados do texto para calcular o intervalo de tempo correspondente a todo o percurso, desde o ponto de partida ao ponto de entrega número 2. <p>Dificuldades no mapa:</p>	<p>O professor circula pelos diferentes grupos colocando questões orientadoras e esclarecendo eventuais dúvidas.</p> <p>Estratégia do professor para lidar com as dificuldades dos alunos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Chama à atenção para a legenda do mapa e para os diferentes trajetos representados - Ajuda os alunos com a proporção através de uma regra três simples - Sugere aos alunos que identifiquem os instantes e os intervalos de tempo mencionados no texto <p>Questões orientadoras:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Podemos descrever o movimento do condutor recorrendo a diferentes intervalos de tempo? - Como descreves o movimento do condutor durante o intervalo de tempo ... segundos? - Como poderemos calcular o intervalo de tempo correspondente a todo o percurso? 	<p>Mostrar compreensão na questão problema</p> <p>Interpretar e recolher informação através de textos e mapas</p> <p>Mobilizar conhecimento prévio</p> <p>Justificar as suas opções</p> <p>Reunir informação e expressar sob diferentes modos de representação</p>	<p>Material de escrita</p> <p>Enunciado da tarefa</p> <p>Régua</p> <p>Linha</p>

		<ul style="list-style-type: none"> - Na interpretação do mapa - Na utilização da escala para o cálculo da distância - Na medição da distância percorrida <p>Dificuldades no texto:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Na compreensão do instante inicial correspondente ao ponto de partida - Na distinção entre instantes de tempo e intervalos de tempo <p>Dificuldades na elaboração da resposta:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Na transferência da informação obtida para a representação matemática - Recorrer às mesmas unidades para expressar uma grandeza 	<p>Quais os instantes iniciais e finais aqui envolvidos?</p> <ul style="list-style-type: none"> - Qual a distância percorrida para cada condutor? - Em que unidades devemos expressar a distância percorrida? 		
III. Discussão final em turma	15 min	<p>Os alunos participam na discussão final partilhando as suas respostas e as suas opiniões.</p> <p>Possíveis respostas dos alunos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - O Afonso é o vencedor da medalha de Agilidade porque é aquele que completou as entregas num menor intervalo de tempo, 8 minutos. - A Rita é a vencedora da medalha de Resistência porque percorreu a maior distância de 1450 m. O Marco e o Afonso percorreram respetivamente 1150 m e 1050 m. 	<p>O professor recorre a algumas questões orientadoras que facilitam a discussão em turma. Pede aos alunos que partilhem as suas respostas.</p> <p>Possíveis questões orientadoras:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Como decidiram organizar os dados? - Qual a melhor forma de organizar os dados? - Como classificam as trajetórias representadas para os três condutores? (o professor pode recorrer a diferentes segmentos do percurso de forma a que os alunos cheguem à conclusão que a trajetória poderá ser retilínea ou curvilínea) - Que dados precisaram para responder à questão da tarefa? 	<p>Organizar dados de forma clara</p> <p>Comunicar os seus dados recorrendo a uma linguagem científica</p> <p>Argumentar a sua posição</p>	<p>Projetor</p> <p>Computador</p>

		Os alunos refletem se a atribuição dos prémios é justa e consideram uma alternativa.	<ul style="list-style-type: none"> - Como podemos distinguir instantes de intervalos de tempo? - Quais os vencedores? - Como podemos expressar os nossos resultados nas unidades do Sistema Internacional? <p>O professor faz uma síntese final dos conteúdos abordados e apresenta uma tabela com os dados da tarefa.</p> <p>Coloca algumas questões aos alunos de forma a introduzir a parte dois da tarefa.</p> <p>Questões de reflexão:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Consideram justa a atribuição destes prémios? - Gostariam de sugerir uma alternativa? 		
Parte II I. Leitura da tarefa	10 min	Ouvir com atenção a leitura do texto. Dificuldades: <ul style="list-style-type: none"> - No conceito de rapidez média - Confusão entre o conceito de rapidez e velocidade - Na diferença entre grandeza escalar e grandeza vetorial 	O professor relembra os assuntos discutidos na parte 1 da tarefa e explica que a parte 2 pretende oferecer uma alternativa para a entrega dos prémios. Pede a um aluno que faça a leitura do texto e introduz o conceito de rapidez média. Estratégias do professor para lidar com as dificuldades dos alunos: <ul style="list-style-type: none"> - Explica através de um exemplo prático a diferença entre os conceitos de rapidez e velocidade - Distingue o que representa uma grandeza escalar de uma grandeza vetorial. - Explica que a rapidez é sempre um valor positivo e calculado a partir da distância percorrida e o seu intervalo de tempo. 	Mostrar compreensão acerca do modo de trabalho	Projetor Computador Tarefa em formato digital Enunciado da tarefa

<p>II. Trabalho autónomo para responder à questão 2.</p> <p>Questão 2: Quem ganha a medalha proposta pelos condutores da Ruber?</p>	10 min	<p>Os alunos recorrem aos dados utilizados na parte 1 da tarefa para calcular rapidez média de cada condutor durante o seu percurso na estrada.</p> <p>Dificuldades dos alunos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Na determinação dos intervalos de tempo - Na conversão de unidades 	<p>Como exercício de conversão de unidades, o professor pode pedir aos alunos para expressar os resultados em m/s e km/h.</p> <p>Estratégias do professor para lidar com as dificuldades dos alunos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Chama à atenção dos alunos de que a rapidez tem em conta apenas os intervalos de tempo em que os condutores circulam na estrada. - Se surgirem dúvidas na conversão de unidades o professor pode utilizar o quadro de sala de aula para esclarecer os alunos. 	Trabalhar colaborativamente	<p>Documento orientador</p> <p>Material de escrita</p> <p>Quadro de sala de aula</p> <p>Giz</p>
<p>III. Discussão das respostas dos alunos e síntese do professor dos tópicos abordados</p>	10 min	<p>Os alunos partilham as suas respostas e refletem sobre o conceito de rapidez média.</p> <p>Ouvir com atenção a síntese final.</p> <p>Registar no caderno as principais ideias.</p>	<p>O professor pede a alguns alunos que registem no quadro as suas respostas e explicam o raciocínio utilizado.</p> <p>Utiliza algumas questões orientadoras para gerar uma discussão acerca do conceito de rapidez média.</p> <p>Questões orientadoras:</p> <ul style="list-style-type: none"> - O que nos diz o valor da rapidez média? - Podemos afirmar que o condutor percorreu sempre esta distância em cada segundo? - Poderá o condutor num dado instante ter circulado com um valor de velocidade (em módulo) superior ao valor da rapidez média? <p>O professor apresenta uma síntese final numa apresentação digital e pede aos alunos que passem para o caderno.</p>	Compreender o conceito de rapidez média	<p>Material de escrita</p> <p>Computador</p> <p>Projektor</p>

<p>IV: Reflexão final</p> <p>Questões:</p> <p>3. Que dificuldades sentiste na interpretação do mapa e do texto?</p> <p>4. Refere de que forma é que a utilização do mapa e do texto te ajudaram a compreender o conceito de rapidez média.</p>	5 min	<p>Refletir sobre o trabalho realizado</p> <p>Dificuldades:</p> <p>- Em escrever as suas opiniões</p>	<p>Pede aos alunos que façam uma reflexão do trabalho realizado.</p> <p>Insiste que é importante os alunos fazerem a reflexão final.</p>	Refletir criticamente sobre o trabalho realizado	Material de escrita
--	-------	--	--	--	---------------------

Desenvolvimento da aula da tarefa 2 - Vaivém

Tarefas e atividades de aprendizagem	Duração esperada	Atividade dos alunos e possíveis dificuldades	Respostas do professor e aspetos a ter em atenção	Objetivos e avaliação dos alunos	Materiais
Aula 1 Parte I I. Introdução da tarefa. Leitura da tarefa.	10 min	Entrada e organização. Ouvir com atenção a explicação acerca do desenvolvimento da tarefa. Ouvir com atenção a leitura do texto. Dificuldades: - Em compreender o objetivo da tarefa	O professor apresenta a tarefa e informa os alunos acerca da duração, do modo de trabalho e que serão avaliados ao longo da tarefa através de uma avaliação formativa. Recorda ainda que as tarefas serão recolhidas e que por isso é importante que registem tudo no enunciado. Distribui o enunciado da tarefa em papel e pede a um aluno que faça a leitura do texto introdutório. Estratégia do professor para lidar com as dificuldades: - Pede aos alunos que se foquem no problema da tarefa e que utilizem os seus conhecimentos para conceber uma atividade que dê resposta ao problema. - O professor pergunta aos alunos se já fizeram algum teste de velocidade e se conseguem explicar onde é que o conceito de rapidez média se enquadra nesta temática. - Coloca aos alunos um cenário de uma atividade que envolva os elementos de uma atividade vaivém (corrida com inversão de sentido) e de uma corrida estafeta (corrida em grupo). - Desafia aos alunos a preparar uma atividade em que possam medir a rapidez média de cada elemento do grupo.	Mostrar compreensão acerca do modo de trabalho	Projetor Computador Tarefa em formato digital Enunciado da tarefa
II. Momento de trabalho autónomo	10 min	Os alunos trabalham em grupo para planificar uma atividade que	O professor circula pelos diferentes grupos colocando questões orientadores e esclarecendo eventuais dúvidas.	Mostrar compreensão na questão problema	Material de escrita

<p>para responder à questão 1.</p> <p>Questão 1: Planifiquem uma atividade que vos permita dar resposta ao problema.</p> <p>Problema: Como determinar a rapidez de cada atleta?</p>		<p>lhes permita calcular a sua rapidez média</p> <p>Dificuldades na planificação:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Não identificam o material necessário - Não têm em conta certos aspetos da medição 	<p>Estratégia do professor para lidar com as dificuldades dos alunos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Chama à atenção dos alunos que nesta tarefa será necessário realizar medições das posições e dos intervalos de tempo decorridos <p>Questões orientadoras:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Que material precisamos para a nossa atividade? - Qual o procedimento? - Quantos elementos irão participar na corrida? Quem realiza as medições? - Como podemos realizar uma medição com o menor erro possível? - Onde vamos registar as nossas medições? - Qual o momento que determina o instante de tempo inicial e final da corrida? 	Planificar uma atividade	Enunciado da tarefa
<p>III. Discussão em turma acerca das planificações dos alunos</p>	5 min	<p>Os alunos discutem as suas planificações</p>	<p>O professor origina uma questão tendo em conta as planificações dos alunos, procurando estabelecer alguns parâmetros concordantes entre todos os grupos.</p> <p>Aspetos a considerar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Todos os alunos deverão percorrer a mesma distância - O percurso de cada elemento corresponde a uma corrida de ida e volta - No fim do percurso, outro elemento inicia a corrida - São registados 3 tempos para cada elemento, o instante inicial, o instante de inversão de sentido, e o instante de chegada - O instante de chegada é igual ao instante de partida do elemento seguinte 	Mostrar compreensão acerca do modo de trabalho	<p>Material de escrita</p> <p>Enunciado da tarefa</p>

			<ul style="list-style-type: none"> - Os momentos para a marcação dos instantes de tempo correspondem ao início da corrida de cada elemento do grupo e à inversão de sentido - Recomendar a utilização de uma tabela para organizar os dados 		
IV. Realização da atividade	35 min	Os alunos realizam a atividade no recinto escolar	<p>O professor informa os alunos realizarão as atividades no recinto escolar e que para isso precisam de ter atenção ao material necessário. Os alunos levam os cadernos para registar os seus resultados.</p> <p>Aspetos a considerar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - É importante que os alunos identifiquem claramente os instantes de tempo que serão medidos de forma a facilitar o tratamento dos dados - Os alunos devem registar as posições associadas a cada instante de tempo <p>A aula termina quando os alunos apresentarem ao professor todas as medições obtidas.</p>	<p>Trabalhar de forma colaborativa</p> <p>Respeitar os outros</p>	<p>Cones de marcação</p> <p>Fita métrica</p> <p>Cronómetros</p> <p>Material de escrita</p> <p>Caderno</p>
<p>Aula 2</p> <p>I. Entrada e organização</p> <p>Continuação da tarefa</p>	5 min	Entrada e organização.	<p>O professor retoma a aula anterior lembrando que será necessário que cada grupo faça um tratamento das medições obtidas.</p> <p>O professor distribui as tarefas aos alunos e pede que construam as tabelas com as medições obtidas.</p>	Mostrar compreensão acerca do modo de trabalho	Enunciado da tarefa
<p>II. Trabalho autónomo para responder à questão 2.</p> <p>Questão 2: Organiza os dados numa tabela</p>	10 min	Os alunos recorrem às medições obtidas e organizam os dados na tabela da tarefa	<p>O professor recorda os alunos de alguns aspetos a ter em conta no preenchimento da tabela.</p> <p>Aspetos a considerar:</p>	Organizar dados e medições numa tabela	<p>Caderno</p> <p>Enunciado da tarefa</p>

			<ul style="list-style-type: none"> - O professor recomenda que todos os grupos utilizem as unidades do SI para expressar as grandezas na tabela - Recomenda que os alunos acrescentem uma coluna para a distância percorrida. 		
<p>III. Trabalho autónomo para responder à questão 3 e 4.</p> <p>Questão 3: Esboça o gráfico da posição em função do tempo</p> <p>Questão 4: Esboça o gráfico da distância percorrida em função do tempo</p>	10 min	<p>Os alunos constroem gráficos de posição e distância através dos dados da tabela</p> <p>Dificuldades:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Não identificam as grandezas nos eixos corretos - Não identificam as unidades - Não utilizam uma escala que facilite a leitura - Não utilizam todo o espaço disponível para o esboço do gráfico 	<p>O professor ajuda os alunos no esboço dos gráficos alertando para alguns aspetos.</p> <p>Aspetos a considerar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Os dados organizados na tabela são um ponto de partida para o esboço do gráfico - Toda a área disponível pode ser utilizada para o esboço do gráfico - Não trabalhamos com valores negativos por isso poderão representar apenas eixos positivos - Deve ser visível em cada eixo do gráfico a grandeza representada e a respetiva unidade 	Construir gráficos de posição e distância em função do tempo.	<p>Material de escrita</p> <p>Enunciado da tarefa</p>
<p>IV. Trabalho autónomo para responder à questão 5.</p> <p>Questão 5: Descreve o movimento recorrendo aos dados do gráfico</p>	10 min	<p>Os alunos recorrem aos gráficos para descrever o movimento</p> <p>Dificuldades:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Em interpretar o gráfico - Em relacionar o gráfico de posição-tempo com o gráfico de distância-tempo - Em interpretar o facto da rapidez média obtida durante o percurso ser maior ou menor que a rapidez média de cada aluno 	<p>O professor deve explicitar previamente aos alunos o que se entende como uma descrição do movimento.</p> <p>Colocar algumas questões orientadoras:</p> <ul style="list-style-type: none"> - O que nos diz o gráfico? - Como varia a posição ao longo do tempo? - Como relacionamos o gráfico de posição com o gráfico da distância percorrida? - Como interpretamos o valor de rapidez média para o percurso e para cada elemento? - Qual o significado de obter um valor médio da rapidez para o percurso inferior ou superior ao valor obtido para o percurso realizado apenas por um aluno? 	Descrever o movimento dos corpos com base em gráficos de posição-tempo	<p>Caderno</p> <p>Material de escrita</p> <p>Enunciado da tarefa</p>

V. Discussão dos resultados	20 min	<p>Os alunos comparam os seus resultados com os dos colegas e discutem algumas diferenças.</p> <p>Dificuldades:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Na leitura do gráfico - Em interpretar o declive do gráfico de distância em função do tempo. 	<p>O professor utiliza os dados dos diferentes grupos para gerar uma discussão com a turma.</p> <p>O professor projeta no quadro de sala de aula os gráficos dos alunos.</p> <p>Questões orientadoras:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Que informações poderão ser retiradas da leitura dos gráficos? - Que informação retiramos a partir do declive do gráfico de distância em função do tempo para os vários segmentos do percurso? <p>Caso existiram diferenças nos dados que permitam identificar algumas diferenças o professor pode sobrepor os dados num gráfico e colocar questões que levem os alunos a discutir algumas das conclusões.</p> <p>Questões orientadoras:</p> <ul style="list-style-type: none"> - O que concluem quanto à leitura dos dois gráficos? - Podemos afirmar apenas pela leitura do gráfico qual o grupo com um valor de rapidez média superior? 	<p>Utilizar uma linguagem científica</p> <p>Comunicar de forma clara</p>	<p>Computador</p> <p>Folha de cálculo</p> <p>Projeto</p>
<p>Aula 3</p> <p>Parte II</p> <p>I. Leitura da tarefa</p>	5 min	<p>Entrada e organização</p> <p>Ouvir com atenção a leitura do texto.</p>	<p>O professor faz um resumo do que foi abordado até ao momento e apresenta a parte II da tarefa.</p> <p>Nesta tarefa o professor pode sugerir que os alunos trabalhem em pares.</p> <p>Pede a um aluno que faça a leitura da tarefa e esclarece eventuais dúvidas.</p>	Mostrar compreensão acerca do modo de trabalho	<p>Projeto</p> <p>Computador</p>
II. Trabalho autónomo para responder à questão 6.	10 min	Os alunos interpretam um gráfico de posição-tempo	O professor circula pela sala procurando esclarecer as dúvidas dos alunos na interpretação do gráfico	Trabalhar em pares	Material de escrita

Questão 6: Faz corresponder a cada gráfico a situação que melhor os descreve.		Dificuldades: <ul style="list-style-type: none"> - Não identificar corretamente o intervalo de tempo que corresponde ao movimento - Não interpretar corretamente os eixos do gráfico 	Estratégia do professor para lidar com as dificuldades dos alunos: <ul style="list-style-type: none"> - Que informações podemos retirar de um gráfico de posição-tempo? - Qual o instante inicial e final da participação na corrida? - Qual o intervalo de tempo que corresponde à participação na corrida? - Como calculamos a distância percorrida a partir das posições? 		Enunciado da tarefa
III. Trabalho autónomo para responder à questão 7. Questão 7: Explica o raciocínio que usaste para fazer a tua escolha.	10 min	Os alunos explicam o raciocínio que utilizaram na interpretação do gráfico Dificuldades dos alunos: <ul style="list-style-type: none"> - Em escrever uma resposta 	O professor encoraja os alunos a descrever o processo que utilizaram para responder à questão 5. Questões orientadoras: <ul style="list-style-type: none"> - Que informação retiras do gráfico para concluir que nesse intervalo de tempo a equipa verde deixou cair o testemunho? - Que informação retiras do gráfico para o cálculo da rapidez média? - O que te leva a concluir que o gráfico X corresponde à equipa com um atleta lesionado? Descreve por palavras tuas. 	Recorrer a processos de metacognição	Material de escrita
IV. Síntese final	10 min	Ouvir com atenção a síntese final. Registrar no caderno as principais ideias.	O professor faz uma síntese dos assuntos abordados na tarefa e apresenta o resumo das ideias principais. Os alunos registam no caderno. Um gráfico de posição-tempo pode ser utilizado para descrever as posições sucessivas de um corpo em movimento retilíneo. No eixo das abcissas representa-se o tempo. As unidades do SI são o segundo. No eixo das ordenadas representa-se a posição. As unidades do SI são o metro. O gráfico de posição não dá informação quanto à trajetória do corpo.	Interpretar gráficos de posição-tempo	Material de escrita Caderno

			Podemos obter informações sobre o movimento do corpo quanto à: - Posição no instante inicial - Posição em qualquer instante - Se o corpo se move ou se está em repouso - A distância percorrida e a rapidez média num intervalo de tempo específico		
V: Reflexão final Questões: 8. Que dificuldades sentiste na construção da tabela e do gráfico? 9. Refere de que forma a atividade ao ar livre te ajudou a compreender os gráficos de posição-tempo.	5 min	Refletir sobre o trabalho realizado Dificuldades: - Em escrever as suas opiniões	Pede aos alunos que façam uma reflexão do trabalho realizado. Insiste que é importante os alunos fazerem a reflexão final.	Refletir criticamente sobre o trabalho realizado	Material de escrita

Desenvolvimento da aula da tarefa 3 – Bobsleigh

Tarefas e atividades de aprendizagem	Duração esperada	Atividade dos alunos e possíveis dificuldades	Respostas do professor e aspetos a ter em atenção	Objetivos e avaliação dos alunos	Materiais
Aula 1 I. Enquadramento da tarefa. Leitura da tarefa. Reprodução de um vídeo	10 min	Entrada e organização. Ouvir com atenção a explicação acerca do desenvolvimento da tarefa. Ouvir com atenção a leitura do texto. Visualizar um curto vídeo de uma prova de Bobsleigh. Dificuldades: - Em compreender o objetivo da tarefa	<p>O professor informa os alunos que se dará início a uma nova tarefa. Dá indicação de que todos os conhecimentos já referidos nas aulas anteriores deverão ser integrados na tarefa.</p> <p>O professor distribui os alunos por grupos de trabalho entre três e quatro elementos. Apresenta a tarefa e informa os alunos acerca da duração, do modo de trabalho e que serão avaliados ao longo da tarefa através de uma avaliação formativa. Recorda ainda que as tarefas serão recolhidas e que por isso é importante que registem tudo no enunciado.</p> <p>Distribui o enunciado da tarefa em papel e pede a um aluno que faça a leitura do texto introdutório.</p> <p>O professor esclarece eventuais dúvidas e questiona os alunos se conhecem o desporto referido na tarefa. Apresenta um pequeno vídeo de uma prova de Bobsleigh.</p> <p>O professor pode colocar algumas questões para direcionar os alunos para o objetivo da tarefa:</p> <ul style="list-style-type: none"> - O que precisamos de conhecer para determinar a rapidez média de uma equipa que participe nesta prova? E a velocidade? - Será que um velocímetro nos dá a velocidade? 	Mostrar compreensão acerca do modo de trabalho	Projetor Computador Tarefa em formato digital Enunciado da tarefa Vídeo “Bobsleigh Pyeongchang 2018”

			Pede a um aluno que faça a leitura da questão 1.		
<p>II. Momento de trabalho autónomo para responder à questão 1.</p> <p>Questão 1: Pesquisa no teu manual a diferença entre rapidez média e velocidade</p>	10 min	<p>Os alunos pesquisam no manual a diferença entre o conceito de rapidez média e velocidade.</p> <p>Possível resolução dos alunos: A rapidez média mede-se num intervalo de tempo. A velocidade mede-se num instante de tempo. A velocidade é uma grandeza vetorial e a rapidez média é uma grandeza escalar.</p> <p>Dificuldades: - Na compreensão do significado de grandeza escalar e grandeza vetorial</p>	<p>O professor sugere que os alunos utilizem o manual para realizar a pesquisa.</p> <p>O professor circula pela sala de aula procurando ajudar os grupos na pesquisa e esclarecendo eventuais dúvidas.</p> <p>Estratégia do professor para lidar com as dificuldades dos alunos: - O professor faz uma discussão com a turma (Momento III).</p>	Pesquisar e selecionar informação pertinente	<p>Material de escrita</p> <p>Enunciado da tarefa</p>
<p>III. Discussão acerca da questão 1</p>	10 min	<p>Os alunos participam na discussão partilhando as suas respostas acerca das diferenças entre o conceito de rapidez média e velocidade.</p> <p>Dificuldades dos alunos: - Os alunos identificam velocidade como o valor indicado no velocímetro.</p>	<p>O professor começa por incentivar os alunos a partilhar as suas respostas através de algumas questões orientadoras.</p> <p>Possíveis questões: - Em que contextos se deve utilizar a rapidez média e a velocidade? - Será que aquilo que vemos no nosso velocímetro é mesmo a velocidade? - Que características são necessárias para caracterizar totalmente a velocidade?</p> <p>O professor procura perceber as dificuldades dos alunos e utiliza exemplos práticos que facilitem a sua compreensão. O professor prepara no quadro de sala de aula uma síntese destes dois conceitos</p>	Compreender que a velocidade é uma grandeza vetorial	<p>Quadro de giz</p> <p>Giz</p>

			<p>em estudo e exemplifica como podemos representar o vetor velocidade.</p> <p>Síntese do professor: A rapidez média é uma grandeza escalar e por isso é apenas identificada a partir do seu valor. A velocidade é uma grandeza vetorial, exige conhecer não apenas o seu valor, mas também a direção e o sentido do movimento. É um vetor e por isso representa-se através de uma seta, o sentido corresponde ao sentido do movimento e a sua direção é sempre tangente a trajetória em cada ponto.</p>		
<p>IV. Momento de trabalho autónomo para dar resposta à questão 3 e 4.</p> <p>Questão 3: Identifica na representação da trajetória o vetor velocidade nos pontos de passagem considerados.</p> <p>Questão 4: Indica o tipo de movimento que se realiza durante o percurso 9->10. Justifica</p>	20 min	<p>Os alunos representam o vetor velocidade em vários pontos de uma trajetória curvilínea. Justificam o tipo de movimento entre dois pontos do trajeto.</p> <p>Dificuldades:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Na magnitude do vetor velocidade - Na compreensão do significado de um vetor ser tangente à trajetória <p>Possível resposta dos alunos à questão 4: Entre os pontos 9 e 10 do percurso o movimento é acelerado porque o módulo da velocidade aumenta entre estes dois pontos.</p>	<p>O professor circula pela sala de aula procurando ajudar os grupos a superar dificuldades e esclarece eventuais dúvidas.</p> <p>Estratégias do professor para lidar com as dificuldades:</p> <ul style="list-style-type: none"> - O professor chama à atenção que o módulo de velocidade é diferente em cada um dos pontos - A representação do vetor deve ter em conta o módulo da velocidade. A magnitude do vetor deve ser considerada - O professor pode sugerir a utilização de uma régua sobreposta sobre o percurso em que, num determinado ponto a régua representa a direção do vetor velocidade. <p>Algumas questões orientadoras:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Como descrevem o movimento do corpo desde do instante de partida? - A sua velocidade varia? 	Representar o vetor velocidade num trajeto curvilíneo	<p>Enunciado da tarefa</p> <p>Material de escrita</p> <p>(Régua)</p>

			<p>- Que características do vetor velocidade são alteradas ao longo do percurso?</p> <p>Aspetos a considerar:</p> <p>- A aceleração entre cada ponto na trajetória deve ser considerada constante.</p>		
VI. Discussão coletiva	10 min	Os alunos participam numa discussão orientada pelo professor, partilhando as suas representações e justificando o processo de resolução.	<p>O professor orienta uma discussão com a turma, pedindo aos alunos que partilhem as suas respostas às questões da tarefa.</p> <p>Possíveis questões do professor para gerar uma discussão em turma:</p> <p>- Como decidiram identificar o vetor velocidade na trajetória?</p> <p>- Tiveram em conta a magnitude do vetor? Como podemos representar?</p> <p>- Como classificaram o tipo de movimento?</p> <p>- O que vos leva a concluir que se trata de um movimento acelerado?</p>	<p>Representar vetorialmente a velocidade</p> <p>Justificar o processo de resolução</p>	<p>Enunciado da tarefa</p> <p>Quadro de sala de aula</p>
<p>Aula 2</p> <p>I. Introdução / continuação da tarefa</p> <p>Apresentação de uma simulação</p>	10 min	<p>Entrada e organização.</p> <p>Visualização de simulação a respeito da trajetória de um corpo e da sua representação vetorial.</p> <p>Os alunos esclarecem eventuais dúvidas que ainda possam existir.</p>	<p>O professor retoma a tarefa, começando por apresentar um <i>software</i> de simulação. Nesta simulação o professor controla o movimento de uma “Joaninha” num plano bidimensional. O <i>software</i> depois apresenta a trajetória do corpo identificando o vetor velocidade ao longo da trajetória.</p> <p>O professor realça o facto de o vetor indicar sempre a direção e o sentido do movimento em cada instante. O professor questiona os alunos se a simulação os ajuda a compreender o vetor velocidade, nomeadamente no que diz respeito ao conceito de “tangente à trajetória”.</p>	Interpretar diferentes representações do movimento	<p>Projetor</p> <p>Computador</p> <p>Simulação PHET – LadyBug Motion 2D</p>

			O professor esclarece eventuais dúvidas e pede aos alunos que respondam às próximas questões da tarefa.		
<p>II. Momento de trabalho autónomo para dar resposta à questão 5 e 6.</p> <p>Questão 5: Representa o vetor da velocidade na seguinte representação.</p> <p>Questão 6: Indica o movimento associado à travagem do trenó. Justifica</p>	10 min	<p>Os alunos identificam o vetor velocidade numa representação estroboscópica e justificam o tipo de movimento.</p> <p>Dificuldades:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Na compreensão da representação estroboscópica - Representam a velocidade vetorialmente, mas não têm em conta a sua magnitude - Indicam que a velocidade diminui ao longo do tempo, mas não conseguem justificar <p>Possível resposta dos alunos à questão 6: O movimento do trenó durante a travagem é um movimento retardado porque a sua velocidade diminui ao longo do tempo. O corpo percorre distâncias cada vez menores em intervalos de tempo iguais.</p>	<p>O professor circula pela sala de aula procurando ajudar os grupos a superar dificuldades e esclarece eventuais dúvidas.</p> <p>Estratégias do professor para lidar com as dificuldades dos alunos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - O professor explica a representação dando como exemplo uma câmara fotográfica que a cada segundo tira uma foto, as fotos são sobrepostas obtendo uma representação final do movimento do corpo a cada segundo. - O professor coloca algumas questões orientadoras. <p>Questões orientadoras:</p> <ul style="list-style-type: none"> - O que concluem a partir da representação? - Se o carro está sucessivamente mais próximo em cada instante que informação vos dá em relação à distância percorrida? - Como poderá variar a velocidade? <p>Alguns aspetos a considerar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - O professor tem o cuidado de referir que no estudo dos movimentos aproximamos o movimento de um corpo a um ponto. O vetor velocidade tem um ponto de aplicação que admitimos ser no centro do corpo. 	Representar o vetor velocidade em diferentes representações	<p>Enunciado da tarefa</p> <p>Material de escrita</p>
III. Discussão e síntese final	10 min	<p>Os alunos discutem as suas representações e registam no caderno a síntese final.</p> <p>Ouvir com atenção a síntese final.</p>	O professor utiliza as repostas dos alunos para gerar uma discussão e proceder a síntese final.	Compreensão do conceito de velocidade	<p>Material de escrita</p> <p>Caderno</p>

		<p>Registrar no caderno as principais ideias.</p>	<p>Possíveis questões do professor para gerar uma discussão em turma:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Na representação estroboscópica, como decidiram representar o vetor velocidade? - o que vos leva a concluir que se trata de um movimento retardado? - Como varia a distância percorrida ao longo do tempo? <p>O professor utiliza as repostas dos alunos para fazer um enquadramento geral e prepara uma síntese final que os alunos registam no caderno.</p> <p>Síntese final: Podemos distinguir três tipos de movimento. O movimento uniforme, acelerado e retardado.</p> <p>Movimento uniforme: O valor da velocidade mantém-se constante. O corpo percorre distâncias iguais em intervalos de tempo iguais.</p> <p>Movimento acelerado: O valor da velocidade aumenta. O corpo percorre distâncias cada vez maiores em intervalos de tempo iguais.</p> <p>Movimento retardado: O valor da velocidade diminui. O corpo percorre distâncias cada vez menores em intervalos de tempo iguais.</p>		
<p>IV: Reflexão final</p> <p>Questões:</p> <p>3. Que dificuldades sentiste?</p>	5 min	<p>Refletir sobre o trabalho realizado</p> <p>Dificuldades:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Em escrever as suas opiniões 	<p>Pede aos alunos que façam uma reflexão do trabalho realizado.</p> <p>Insiste que é importante os alunos fazerem a reflexão final.</p>	Refletir criticamente sobre o trabalho realizado	Material de escrita

4. De que forma as representações utilizadas te ajudaram a compreender o vetor velocidade?					
--	--	--	--	--	--

Desenvolvimento da aula da tarefa 4 – Voo de teste do Grasshopper

Tarefas e atividades de aprendizagem	Duração esperada	Atividade dos alunos e possíveis dificuldades	Respostas do professor e aspetos a ter em atenção	Objetivos e avaliação dos alunos	Materiais
<p>I. Enquadramento da tarefa.</p> <p>Leitura da tarefa.</p> <p>Reprodução de um vídeo</p>	10 min	<p>Entrada e organização.</p> <p>Ouvir com atenção a explicação acerca do desenvolvimento da tarefa.</p> <p>Ouvir com atenção a leitura do texto.</p> <p>Visualizar um curto vídeo do voo de teste do Grasshopper.</p> <p>Dificuldades:</p> <p>- Em compreender o objetivo da tarefa</p>	<p>O professor informa os alunos que se dará início a uma nova tarefa. Dá indicação de que todos os conhecimentos já referidos nas aulas anteriores deverão ser integrados na tarefa.</p> <p>O professor distribui os alunos por grupos de trabalho entre três e quatro elementos. Apresenta a tarefa e informa os alunos acerca da duração, do modo de trabalho e que serão avaliados ao longo da tarefa através de uma avaliação formativa. Recorda ainda que as tarefas serão recolhidas e que por isso é importante que registem tudo no enunciado.</p> <p>Distribui o enunciado da tarefa em papel e pede a um aluno que faça a leitura do texto introdutório.</p> <p>O professor esclarece eventuais dúvidas e apresenta um curto vídeo do teste de voo do foguete de propulsão Grasshopper. Neste vídeo os alunos poderão observar um movimento retilíneo vertical da descolagem e aterragem de um foguete de propulsão.</p> <p>O professor procura motivar os alunos para o estudo do movimento discutindo um pouco a tecnologia do foguete. Exemplo: O Grasshopper utiliza um sistema de sensores que permite calcular</p>	Mostrar compreensão acerca do modo de trabalho	<p>Projetor</p> <p>Computador</p> <p>Tarefa em formato digital</p> <p>Enunciado da tarefa</p> <p>Vídeo “SpaceX - Grasshopper Vertical Takeoff Vertical Landing”</p>

			a sua posição com grande precisão em cada instante.		
<p>II. Momento de trabalho autónomo para responder à questão 1.</p> <p>Questão 1: Descreve por palavras tuas o movimento do foguete <i>Grasshopper</i>.</p>	5 min	<p>Os alunos descrevem o movimento que acabaram de ver no teste de voo.</p> <p>Dificuldades dos alunos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Não compreendem o que é pedido - Não utilizam terminologia científica <p>Possível resposta dos alunos: O Grasshopper descola da plataforma de lançamento e a sua posição altera-se ao longo de uma trajetória retilínea vertical. Após um intervalo de tempo o foguete retorna à posição inicial.</p>	<p>O professor pede aos alunos que descrevam o movimento do Grasshopper.</p> <p>De forma a contribuir para que os alunos utilizem a terminologia científica o professor pode colocar algumas questões orientadoras que remetam para alguns dos conceitos e noções discutidas nas aulas anteriores.</p> <p>Questões orientadoras:</p> <ul style="list-style-type: none"> - O foguete esteve parado? Depende de um referencial? - A sua posição altera-se? - Qual a trajetória do corpo? - Qual a direção e o sentido da velocidade? 	Utilizar terminologia científica.	<p>Enunciado da tarefa</p> <p>Material de escrita</p>
<p>III. Momento de trabalho autónomo para responder à questão 2.</p> <p>Questão 2: Descreve a variação de velocidade do Grasshopper ao longo tempo.</p>	10 min	<p>Os alunos interpretam o gráfico de velocidade-tempo e descrevem como varia a velocidade ao longo do tempo para o movimento do foguete.</p> <p>Dificuldades dos alunos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - na interpretação do gráfico de velocidade-tempo - nos valores negativos de velocidade - no instante de tempo correspondente à inversão de sentido. 	<p>O professor introduz a questão e recorda os alunos das características do vetor velocidade que ajudem a interpretar o gráfico de velocidade.</p> <p>O professor expõe um exemplo de um movimento retardado de um carrinho num trajeto retilíneo, após um determinado intervalo de tempo, o carrinho para e inverte o seu sentido, representando o vetor velocidade no sentido negativo da trajetória. O professor esclarece o significado de velocidades negativas no gráfico de velocidade-tempo, associado ao movimento no sentido negativo da trajetória.</p> <p>O professor circula pela sala de aula procurando ajudar os grupos a superar</p>	Interpretar e descrever gráficos de velocidade-tempo	<p>Enunciado da tarefa</p> <p>Material de escrita</p>

			<p>dificuldades e esclarece eventuais dúvidas.</p> <p>Questões orientadoras:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Como varia a velocidade ao longo tempo? - Em que instante de tempo o foguete atingiu a altitude máxima? - Em que instante o corpo inverteu o sentido do movimento? 		
IV. Discussão acerca das respostas dos alunos e da informação obtida a partir do gráfico de velocidade-tempo.	10 min	<p>Os alunos participam na discussão gerada pelo professor acerca do gráfico de velocidade-tempo.</p> <p>Dificuldades:</p> <ul style="list-style-type: none"> - utilizar terminologia científica para a discussão - confundir os gráficos de velocidade-tempo com os gráficos de posição-tempo - perceber que a inversão de sentido do movimento ocorre quando o corpo atinge velocidade 0 e troca o seu valor de positivo para negativo. 	<p>O professor projeta no quadro de sala de aula o gráfico de velocidade-tempo e pede aos alunos que descrevam o movimento do foguete.</p> <p>O professor recorre a algumas questões para gerar uma discussão:</p> <ul style="list-style-type: none"> - A velocidade varia ao longo do tempo? - Neste gráfico conseguem perceber se o corpo esteve parado? - A velocidade esteve sempre a aumentar? - Que momentos do movimento conseguem distinguir? - Durante quanto tempo o corpo aumentou a sua velocidade? - Após atingir a velocidade máxima o corpo inverteu o seu sentido? - Quando é que o corpo inverteu o seu sentido? Porquê? - Como varia a velocidade em pequenos intervalos de tempo? Essa variação é constante? 	Interpretar gráficos de velocidade-tempo.	<p>Enunciado da tarefa em formato digital</p> <p>Computador</p> <p>Projektor</p>
<p>V. Momento de trabalho autónomo para dar resposta à questão 3.</p> <p>Questão 3:</p>	5 min	<p>Os alunos pesquisam no manual o conceito de aceleração média e a expressão matemática para o seu cálculo.</p> <p>Possível resposta dos alunos:</p>	<p>O professor sugere que os alunos utilizem o manual para realizar a pesquisa.</p> <p>O professor circula pela sala de aula procurando ajudar os grupos na pesquisa e esclarecendo eventuais dúvidas.</p>	Pesquisar e selecionar informação pertinente	<p>Enunciado da tarefa</p> <p>Material de escrita</p>

<p>Pesquisa no teu manual como podes determinar a variação da velocidade.</p>		<p>A variação da velocidade pode ser calculada a partir da aceleração média que indica a variação da velocidade por unidade de tempo.</p> $a_m = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ <p>A aceleração média é um vetor. Tem valor, direção e sentido.</p> <p>Dificuldades:</p> <ul style="list-style-type: none"> - na compreensão do conceito de aceleração média. 	<p>Estratégia do professor para lidar com as dificuldades:</p> <p>A discussão das unidades da aceleração pode ser uma das formas de ajudar os alunos a compreender o seu significado e a visualizar a variação da velocidade ao longo do tempo. O professor pede aos alunos que pensem no conceito de velocidade em que a cada segundo é percorrida uma distância em m. Daí termos unidades m/s. No caso da aceleração m/s² pode ser expressa como (m/s)/s o que indica que a cada segundo a velocidade aumenta um determinado valor, expresso em m/s.</p>		
<p>VI. Momento de trabalho autónomo para dar resposta à questão 4.</p> <p>Questão 4: Identifica e classifica os diferentes tipos de movimento no gráfico de velocidade-tempo e associa-os aos intervalos de tempo respetivos.</p>	<p>10 min</p>	<p>Os alunos identificam diferentes tipos de movimento no gráfico de velocidade-tempo.</p> <p>Possível resposta dos alunos:</p> <p>No intervalo de tempo [0,18] o corpo desloca-se no sentido positivo, a sua velocidade aumenta, o movimento é acelerado.</p> <p>No intervalo de tempo [18,36] o corpo desloca-se no sentido positivo, a sua velocidade diminui, o movimento é retardado.</p> <p>No intervalo de tempo [36,54] o corpo desloca-se no sentido negativo, a sua velocidade aumenta, o movimento é acelerado.</p>	<p>O professor relembra os alunos que podemos classificar o tipo de movimento quanto à variação da velocidade.</p> <p>Algumas questões orientadoras:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Quais os tipos de movimento que estão presentes no gráfico de velocidade-tempo? - Qual a sua classificação e o intervalo de tempo associado? 	<p>Identificar tipos de movimento num gráfico de velocidade-tempo.</p> <p>Transitar entre diferentes modos de representação.</p>	<p>Material de escrita</p> <p>Caderno</p>

		No intervalo de tempo $[54,72]$ o corpo desloca-se no sentido negativo, a sua velocidade diminui, o movimento é uniformemente retardado.			
VII. Discussão e síntese final	10 min	Os alunos discutem as suas respostas e prestam atenção à síntese final.	<p>O professor aproveita as respostas dos alunos e faz uma síntese final dos conceitos abordados.</p> <p>Síntese do professor: Os gráficos de velocidade permitem retirar informações sobre o movimento do corpo:</p> <ul style="list-style-type: none"> - a velocidade no instante inicial e em qualquer instante. - o tipo de movimento - a aceleração média num intervalo de tempo 	Interpretar gráficos de velocidade-tempo. Compreender o conceito de aceleração.	<p>Enunciado da tarefa</p> <p>Material de escrita</p>
Parte II I. Organização dos alunos e leitura da tarefa	10 min	<p>Entrada e organização</p> <p>Ouvir com atenção a leitura da tarefa</p>	<p>O professor faz um breve resumo do que foi abordado na primeira parte da tarefa e recorda os alguns de alguns aspetos essenciais à realização da tarefa nomeadamente a representação do vetor velocidade e o cálculo da aceleração média.</p> <p>O professor distribui os alunos pelos grupos formados na primeira aula e distribui a tarefa.</p> <p>Um dos alunos lê a tarefa e o professor esclarece eventuais dúvidas.</p>	Mostrar compreensão acerca do modo de trabalho	<p>Projektor</p> <p>Computador</p> <p>Enunciado da tarefa</p>
II. Momento de trabalho autónomo para dar resposta à questão 5 e discussão em turma acerca dos movimentos uniformes.	15 min	Os alunos começam por calcular a aceleração média a intervalos de tempo específicos e representam vetorialmente os vetores velocidade e aceleração média. Classificam o tipo de movimento em movimento	<p>O professor circula pela sala de aula esclarecendo eventuais dúvidas e coloca questões orientadoras que levem os alunos a pensar no conceito de aceleração.</p> <p>Questões orientadoras:</p>	<p>Representar vetorial grandezas físicas</p> <p>Recorrer a representação simbólica</p>	<p>Enunciado da tarefa</p> <p>Material de escrita</p>

<p>Questão 5: Utiliza o gráfico de velocidade-tempo referente ao movimento retilíneo do Grasshopper para dar resposta aos seguintes itens:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Calcula a aceleração média no intervalo de tempo considerado - Representa o vetor velocidade em cada instante de tempo e o vetor aceleração média associado ao movimento - Classifica o tipo de movimento 		<p>uniformemente acelerado e uniformemente retardado.</p> <p>Dificuldades:</p> <ul style="list-style-type: none"> - na representação do vetor velocidade - na representação do vetor aceleração média - no comprimento do vetor velocidade - na interpretação do valor de aceleração média 	<ul style="list-style-type: none"> - Qual o valor da aceleração média para o intervalo de tempo que consideraram previamente como movimento acelerado? E quando o movimento é retardado? - Admitindo outro intervalo de tempo durante o movimento acelerado que valor esperam obter? Um valor superior, igual ou inferior? Reparem na variação da velocidade no gráfico. - O valor da velocidade é sempre positivo ou também altera o seu sinal? <p>Quanto todos os alunos concluírem a representação dos vetores o professor chama à atenção dos alunos para discutir os movimentos uniformemente variados.</p> <p>Aspetos a considerar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - O manual escolar apenas considera movimentos retilíneos sem inversão de sentido por isso refere que para valores negativos de aceleração o movimento é retardado. Neste problema há uma inversão de sentido onde a aceleração apesar de negativa tem o mesmo sentido que o vetor velocidade e por isso estamos perante um movimento acelerado. - O professor deve propor uma definição mais clara baseada na representação dos vetores aceleração média e velocidade. Para vetores com sentidos opostos o movimento é retardado e para vetores com o mesmo sentido o movimento é acelerado. <p>O professor utiliza como exemplo o movimento do Grasshopper.</p>		
--	--	---	--	--	--

<p>IV. Momento de trabalho autónomo para dar resposta à questão 6.</p> <p>Questão 6: Após a leitura do gráfico de velocidade em função do tempo, o que podes acrescentar ou alterar na tua descrição inicial do movimento do Grasshopper?</p>	5 min	<p>Os alunos retomam à primeira questão da tarefa e refletem sobre o que podem acrescentar ou alterar à sua descrição.</p> <p>Dificuldades dos alunos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - em dar uma resposta à questão - não utilizar terminologia científica 	<p>O professor pede a um aluno que leia a questão 6 da tarefa e explica o que se pretende com a questão.</p> <p>O professor questiona os alunos acerca do movimento do Grasshopper e como podemos descrever o seu movimento em termos da sua velocidade e da sua aceleração média.</p>	<p>Utilizar terminologia científica na descrição do movimento.</p>	<p>Enunciado da tarefa</p> <p>Material de escrita</p>
V. Síntese e discussão final	10 min	<p>Os alunos discutem esclarecem eventuais dúvidas e ouvem com atenção a síntese final.</p> <p>Registar no caderno as principais ideias.</p>	<p>O professor faz uma síntese dos assuntos abordados na tarefa e apresenta o resumo das ideias principais. Os alunos registam no caderno.</p> <p>Ir mais além:</p> <p>O professor pode voltar ao gráfico de velocidade e explicar aos alunos que a aceleração instantânea também pode ser interpretada a partir do declive do gráfico de velocidade. Assim, para movimentos em que o declive do gráfico de velocidade é constante, a aceleração é também constante em cada instante de tempo.</p> <p>Síntese final:</p> <p>A aceleração média indica a variação média da velocidade por unidade de tempo. A unidade é metro por segundo ao quadrado no SI.</p> <p>Para movimentos retilíneos o movimento é acelerado quando o vetor velocidade e aceleração têm a mesma direção e</p>	<p>Interpretar gráficos de velocidade-tempo</p> <p>Compreender o conceito de aceleração média</p>	<p>Material de escrita</p> <p>Caderno</p>

			sentido (ou o mesmo sinal). O movimento é retardado quando os vetores têm a mesma direção, mas sentidos opostos (valores com sinais diferentes). Para movimentos retilíneos uniformes a aceleração média é nula.		
VI. Reflexão final Questões: 7. Que dificuldades sentiste? 8. De que forma as representações utilizadas te ajudaram a compreender o vetor aceleração média?	5 min	Refletir sobre o trabalho realizado Dificuldades: - Em escrever as suas opiniões	Pede aos alunos que façam uma reflexão do trabalho realizado. Insiste que é importante os alunos fazerem a reflexão final.	Refletir criticamente sobre o trabalho realizado	Material de escrita

Desenvolvimento da aula da tarefa 5 – Segurança Rodoviária

Tarefas e atividades de aprendizagem	Duração esperada	Atividade dos alunos e possíveis dificuldades	Respostas do professor e aspetos a ter em atenção	Objetivos e avaliação dos alunos	Materiais
I. Entrada e organização	5 min	Entrada e organização.	O professor organiza a disposição da sala de forma a criar cinco mesas de trabalho e distribui os alunos por cinco grupos. Três grupos de seis elementos e dois grupos de 5 elementos	Organização em sala de aula	
II. Introdução da tarefa	15 min	<p>Ouvir com atenção a explicação acerca do desenvolvimento da tarefa.</p> <p>Ouvir com atenção a leitura do texto.</p> <p>Dificuldades: - Em compreender o objetivo da tarefa</p>	<p>O professor relembra os alunos dos tópicos abordados na unidade Movimentos na Terra e refere que se dará início ao último tópico, a segurança rodoviária.</p> <p>Distribui o enunciado da tarefa em papel e pede a um aluno que faça a leitura do texto introdutório.</p> <p>Role Play O professor explica que o tópico será abordado a partir de uma discussão acerca de um problema de segurança rodoviária. Na discussão será necessário a intervenção de diferentes especialistas. Cada grupo irá representar uma área de especialidade e terão de interpretar o papel atribuído a cada grupo.</p> <p>Estratégias do professor para lidar com as dificuldades: - O professor esclarece o que se pretende de uma discussão, nomeadamente ao nível da argumentação.</p>	Mostrar compreensão acerca do modo de trabalho	<p>Projetor</p> <p>Computador</p> <p>Tarefa em formato digital</p> <p>Apresentação em slides</p> <p>Enunciado da tarefa</p> <p>Material de escrita</p>
III. Breve introdução ao tópico da distância percorrida a partir da leitura de gráfico de velocidade-tempo.	10 min	Os alunos participam na discussão gerado pelo professor e recordam os gráficos de velocidade-tempo.	O professor faz um breve enquadramento relativo aos gráficos de velocidade-tempo e discute com os alunos como se pode obter a distância percorrida a partir destes.	Interpretar gráficos de velocidade-tempo	<p>Enunciado da tarefa</p> <p>Apresentação em slides</p>

			<p>O professor leva como exemplo, o gráfico de velocidade-tempo do movimento do Grasshoper, discutindo com os alunos como se pode obter a distância percorrida pelo propulsor.</p> <p>O professor coloca questões como:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Como se poderá obter a altitude máxima do propulsor? - Em que instante de tempo este atinge a altitude máxima? - Qual a distância percorrida desde o lançamento à chegada ao solo? <p>O professor relembra que estes conceitos serão importantes para compreender alguns aspetos relacionados com a segurança rodoviária.</p>		
IV. Momento de trabalho autónomo de pesquisa	30 min	<p>Os alunos realizam uma pesquisa no manual e no documento orientador, argumentos que defendam a sua posição perante a problemática em discussão.</p> <p>Os alunos recorrem à tabela com os últimos dados de sinistralidade das estradas de Portugal de modo a justificar a pertinência do encontro.</p> <p>Os alunos interpretam diferentes representações gráficas, nomeadamente da distância de segurança obtida a partir de gráficos velocidade-tempo, gráficos de colisão, gráficos de emissão de poluentes gasto de combustível a diferentes valores de velocidade.</p>	<p>O professor circula pela sala de aula procurando ajudar os grupos a superar dificuldades e esclarece eventuais dúvidas.</p> <p>É importante que o professor realce o motivo pelo qual se organiza o encontro de modo a que os alunos se concentrem em informação pertinente à discussão.</p>	Pesquisar e selecionar informação pertinente	<p>Enunciado da tarefa</p> <p>Documento orientador</p> <p>Material de escrita</p>

		<p>Os alunos registam os principais argumentos que o grupo defende enquanto especialista.</p> <p>Dificuldades na leitura dos gráficos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - interpretação do gráfico - a tradução do inglês de algumas indicações presentes nos gráficos 			
<p>Parte II</p> <p>I. Entrada e organização</p>	5 min	Entrada e organização.	<p>O professor pede aos alunos que se voltem a organizar tendo em conta os grupos previamente formados.</p> <p>O professor faz uma gestão do espaço de forma a criar no centro da sala um espaço dedicado à realização do encontro de especialistas.</p>	Organização em sala de aula	
<p>II. Preparação final da discussão</p> <p>Esclarecimento de dúvidas</p>	15 min	Os alunos identificam uma série de questões que gostariam de colocar aos outros grupos tendo em conta a sua personagem.	O professor informa os alunos que terão agora os minutos finais de preparação, alertando para a importância de preparar um conjunto de questões destinadas aos outros grupos de forma a estabelecer uma discussão em relação ao tópico envolvido.	Formular questões e preparar argumentos	<p>Enunciado da tarefa</p> <p>Material de escrita</p>
<p>III. Discussão</p> <p><i>Role Play</i></p>	25 min	<p>Os representantes de cada grupo reúnem-se nas mesas centrais e realizam uma discussão acerca da alteração dos limites de velocidade nas zonas urbanas.</p> <p>Dificuldades dos alunos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - em expor argumentos - em basear os seus argumentos nas diferentes representações 	<p>O professor assume o papel de moderador e dá início a sessão começando por apresentar os diferentes intervenientes.</p> <p>O professor começa por dar a palavra ao representante político e pede que explique o motivo do encontro.</p> <p>Consoante as dificuldades demonstradas pelos alunos o professor pode colocar algumas questões que promovam a discussão.</p> <p>No decorrer da discussão o professor utiliza o quadro de sala de aula e projeta diferentes representações para que os</p>	<p>Comunicar as suas ideias de forma clara e recorrendo a terminologia científica</p> <p>Argumentar as suas ideias</p> <p>Respeitar a opinião dos outros</p>	<p>Projetor</p> <p>Computador</p> <p>Apresentação em slides</p>

			alunos possam argumentar com base nas evidências encontradas.		
IV. Momento de trabalho autónomo. Redação da ata.	15 min	Os alunos escrevem a ata da discussão realizada. Dificuldades dos alunos: - na escrita de uma ata - na síntese dos principais argumentos discutidos - na gestão do tempo	O professor encoraja os alunos a escrever a ata relativa ao encontro realizado procurando sintetizar os principais argumentos discutidos e todas as opções tomadas. O professor utiliza o quadro de sala de aula para esclarecer os principais aspetos que devem fazer parte de uma ata.	Escrever uma ata Sintetizar informação Expor argumentos utilizados Comunicar por escrito de forma clara e recorrendo a terminologia científica	Enunciado da tarefa Material de escrita

APÊNDICE B

RECURSO DE APOIO ÀS AULAS: TAREFAS

Movimento Retilíneo: Rapidez Média

2.º Período Ano letivo 2017/2018

Data / / Ano .º Turma

Docente

Parte I

Os condutores candidatam-se ao prémio e iniciam as suas viagens a partir da central da RuberFood (Espaço Amoreiras).

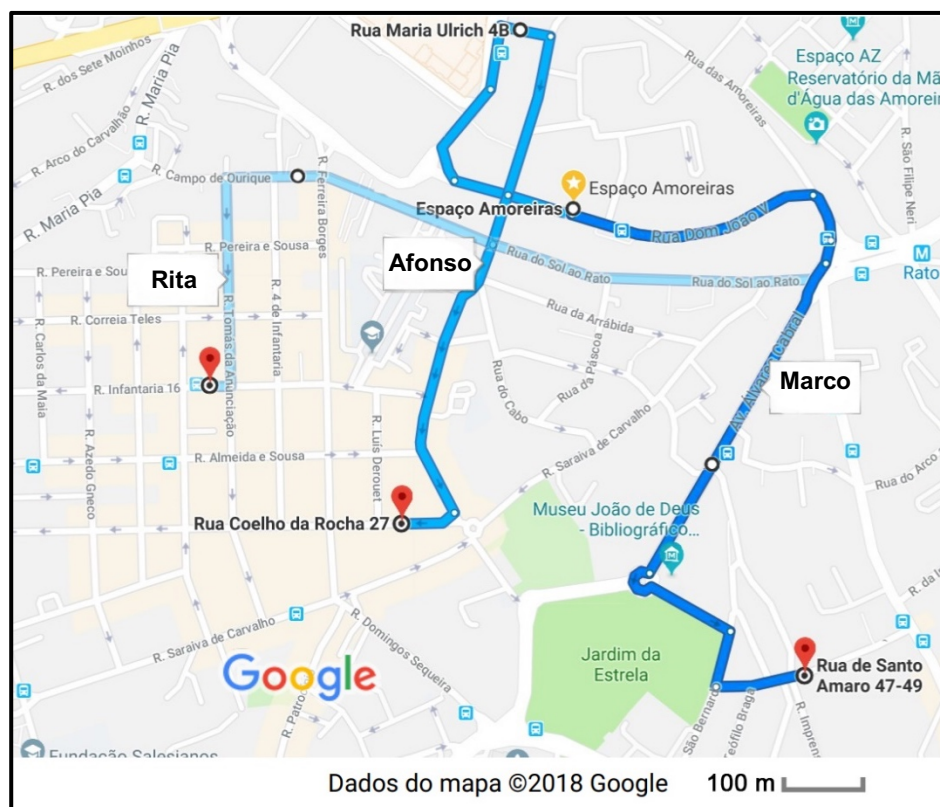
RESISTÊNCIA






*Menor Intervalo
de Tempo*



*Maior Distância
Percorrida*



Legenda:

-  Ponto de partida
-  Entrega número 1
-  Entrega número 2 e destino final



O Marco é o motociclista mais habilidoso e também o mais distraído. Por isso engana-se muitas vezes na porta do cliente e perde tempo para fazer as suas entregas. O Marco iniciou o seu percurso em direção ao primeiro cliente na Avenida Álvares Cabral. Chegou à morada em apenas 60 segundos, mas só completou a entrega após 9 minutos. Para chegar ao último ponto de entrega o Marco demorou mais 45 segundos, mas como enganou-se no elevador demorou mais 12 minutos para conseguir a entrega.

A Rita sabe que o trânsito em Lisboa é o seu maior inimigo por isso começa sempre a trabalhar às 15h. A Rita fez o seu percurso até ao primeiro ponto de entrega chegando 6 minutos depois de ter saído. No entanto, quando finalizou a entrega o seu relógio já marcava 15h12m. A Rita continua o seu trajeto até à Rua Infanteria, chegando ao segundo cliente em 2 minutos. Entregou a última encomenda em 5 minutos.



O Afonso também conhecido como o acelera controla todos os seus tempos com um cronómetro. O Afonso inicia a sua viagem em direção ao primeiro ponto de entrega na Rua Maria Ulrich, à chegada lê no seu cronómetro 1m30s conseguindo concluir a entrega após 1,5 minutos. Ansioso por terminar percorre o último trajeto em 3 minutos e conclui a encomenda com o cronómetro a registar 8m00s.

Investiga

1. A quem serão atribuídas as medalhas?

- Indiquem o que precisam de saber para dar resposta à questão colocada.
- Escolham uma forma de organizar os dados. Justifiquem a vossa opção.
- Deem uma resposta à questão colocada.

Parte II

Os condutores da Ruber consideram injusta esta atribuição das medalhas e propõem prémios baseados na sua rapidez.



2. Quem ganha a medalha proposta pelos condutores da Ruber?

a. Deem uma resposta à questão, justifiquem todas as vossas opções.

Reflete

3. Que dificuldades sentiste na interpretação:

○ Do mapa

○ Do texto

4. Refere de que forma a utilização do mapa e do texto te ajudaram a compreender o conceito de rapidez média

TAREFA 2

Movimento Retilíneo: Gráficos Posição-Tempo

Tarefa

2.º Período Ano letivo 2017/2018

Aluno (a) _____ N.º _____

Data ____/____/____ Ano ____º Turma _____

Docente _____

Estafeta Vaivém

Parte I

O professor de Educação Física criou uma prova que envolve a corrida estafeta e a corrida vaivém. As corridas de Estafeta Vaivém são disputadas por equipas. Nesta prova, cada elemento da equipa percorre um trajeto retilíneo de ida e volta. O sucesso da equipa depende da rapidez de cada elemento no seu percurso.

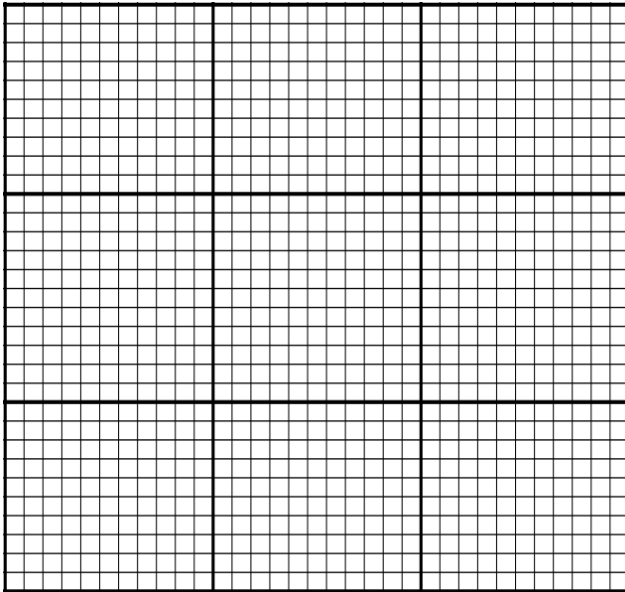


Como determinar a rapidez de cada atleta?

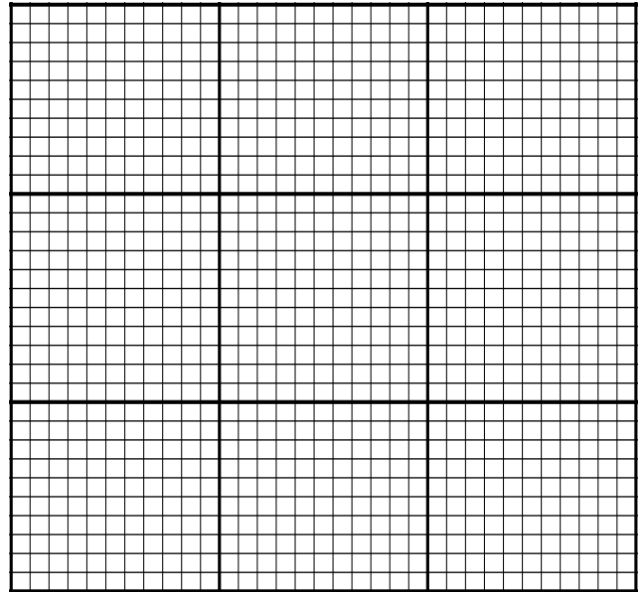
1. Planifiquem e realizem uma atividade que vos permita dar resposta à questão colocada.

2. Construam uma tabela que vos permita organizar os dados que recolheram.

3. Esboça o gráfico da posição em função do tempo.



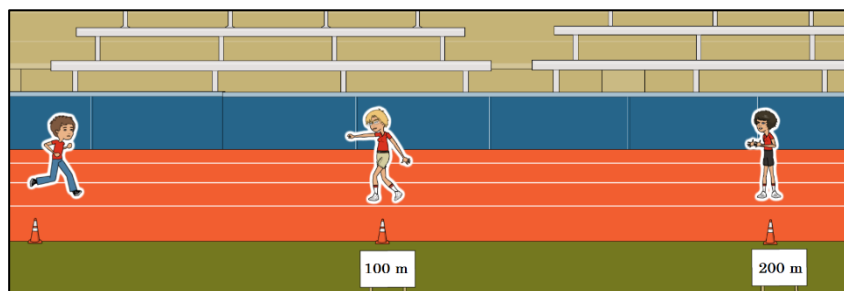
4. Esboça o gráfico da distância percorrida em função do tempo.



5. Descreve o movimento recorrendo à representação gráfica.

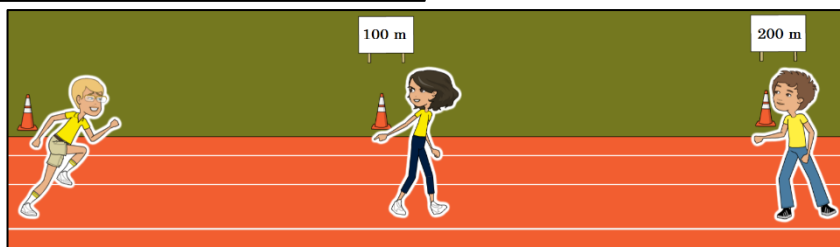
A large rounded rectangle with a green border, intended for describing the motion using graphical representation. It is empty and occupies the lower half of the page.

Parte II

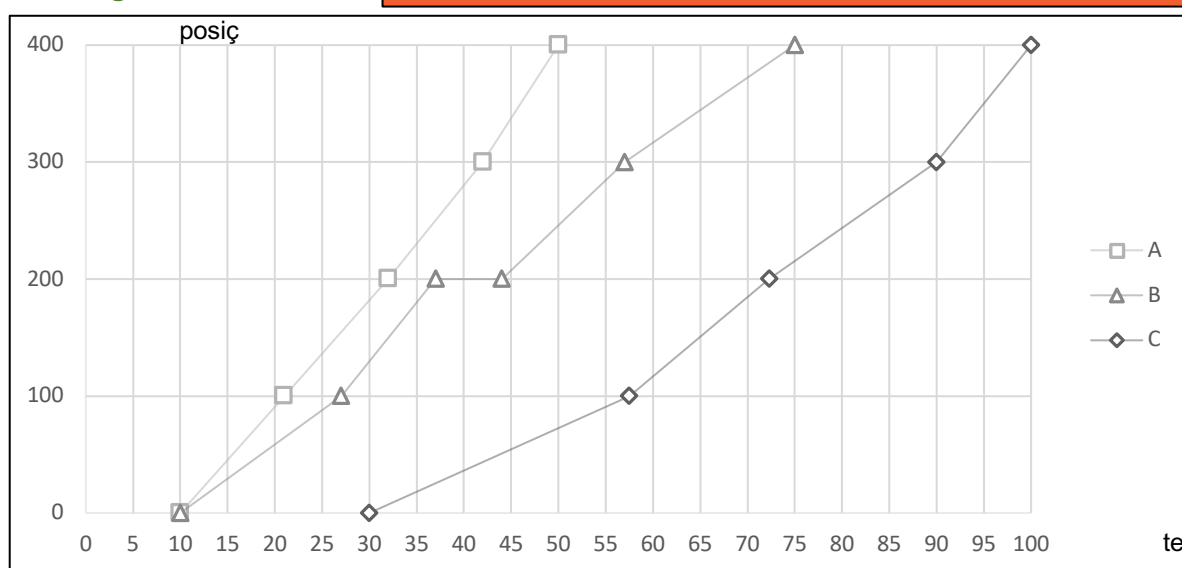


Considera uma prova estafeta segundo um trajeto retilíneo em que participam três equipas. Todas as equipas começam a prova no mesmo ponto, mas nem todas iniciam ao mesmo tempo.

A posição ao longo do tempo para cada equipa é representada num gráfico de posição tempo.



Observa o gráfico.



6. Faz corresponder a cada uma das representações gráficas a situação que melhor a descreve sabendo que:

- A equipa verde deixou cair o bastão no ponto de entrega
- A rapidez média da equipa amarela foi de 36 km/h .
- A equipa vermelha tem um atleta lesionado

7. Explica o raciocínio que usaste para fazer a tua escolha.

Reflete

8. Que dificuldades sentiste na construção:

- Da tabela

- Do gráfico

9. Refere de que forma a atividade ao ar livre te ajudou a compreender os gráficos de posição-tempo.

TAREFA 3

Movimento Retilíneo: Velocidade

Tarefa

2.º Período Ano letivo 2017/2018

Aluno (a) _____ N.º _____

Data ____/____/____ Ano ____º Turma _____

Docente _____

Bobsleigh

O Bobsleigh é um desporto olímpico de inverno em que equipas de dois ou de quatro elementos realizam, por meio de um trenó, descidas cronometradas numa pista de gelo segundo um trajeto curvilíneo. O comprimento da pista pode variar entre 1250 m e 1500 m, permitindo atingir uma velocidade de 150 km/h. A velocidade altera-se ao longo de todo o percurso. A rapidez média das equipas é de 135 km/h.

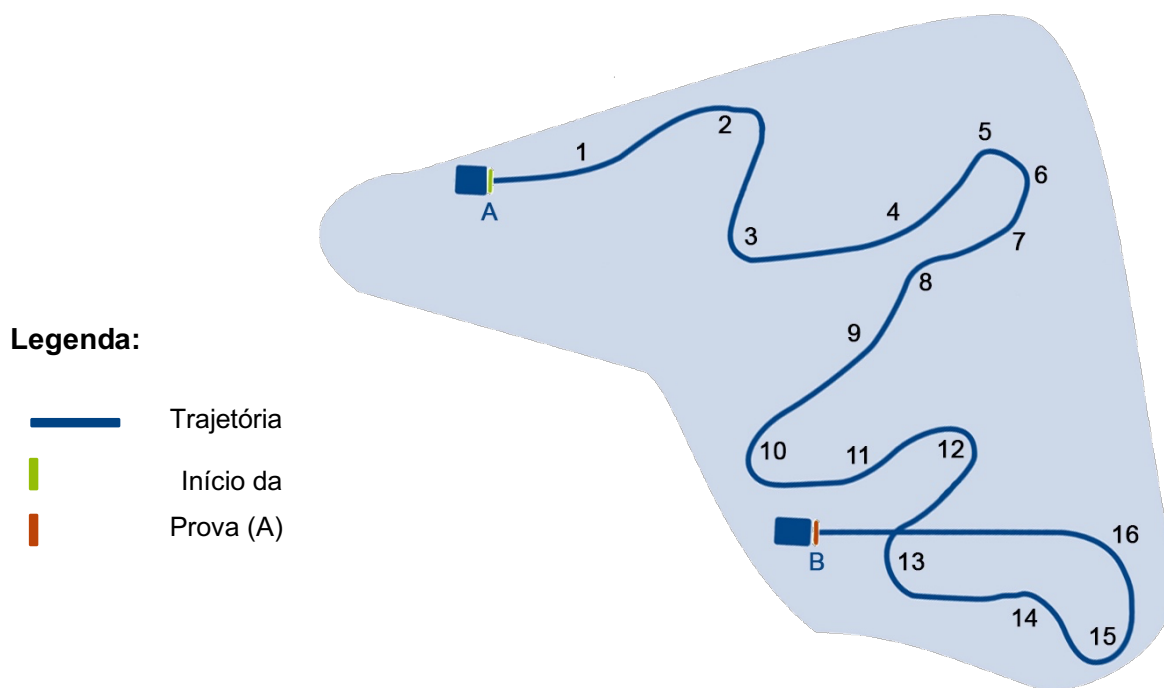


1. Pesquisa no teu manual a diferença entre rapidez média e velocidade.

Observa a tabela com valores aproximados do módulo da velocidade do trenó ao longo do percurso. O ponto de passagem pode ser identificado na representação da trajetória.

Ponto de Passagem	v (m/s)
1	30
3	60
5	75
9	120
10	150

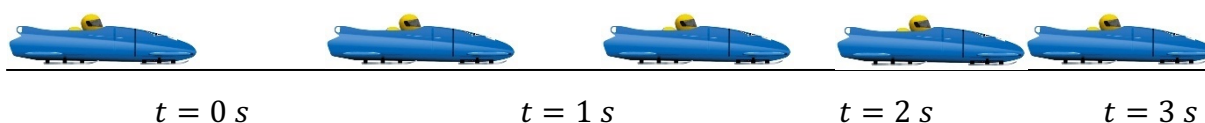
2. Identifica na representação da trajetória o vetor velocidade nos pontos de passagem considerados.



3. Indica o tipo de movimento que se realiza durante o percurso 9→10. Justifica.

No fim da prova um dos elementos da equipa aciona os travões que fazem parar o trenó.

4. Para a situação descrita, representa o vetor velocidade na representação.



5. Indica o movimento associado à travagem do trenó. Justifica.

Reflete

6. Que dificuldades sentiste?

7. De que forma as representações utilizadas te ajudaram a compreender o vetor velocidade?

TAREFA 4

Movimento Retilíneo: Velocidade e Aceleração

Tarefa

2.º Período Ano letivo 2017/2018

Aluno (a) _____ N.º _____

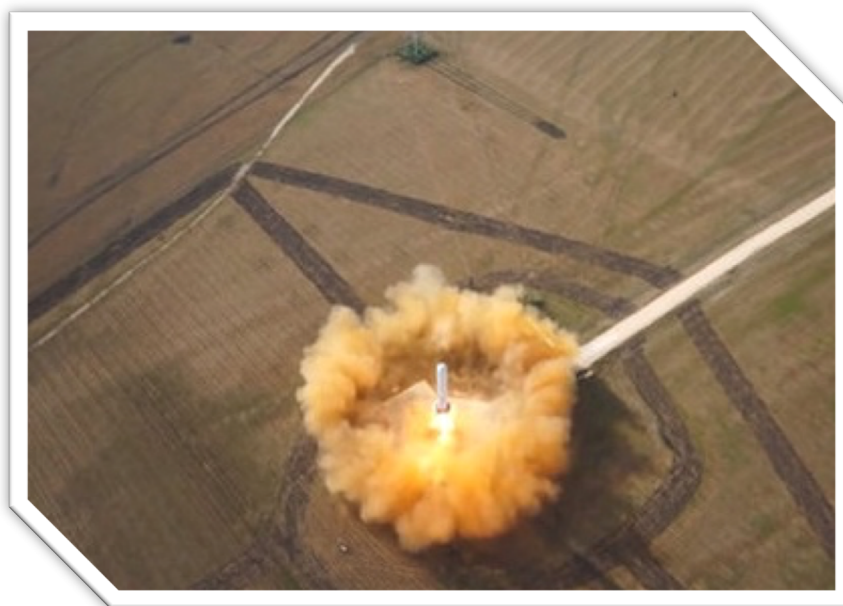
Data ____/____/____ Ano ____º Turma _____

Docente _____

Voo de Teste do Grasshopper

A *SpaceX* é uma empresa privada da indústria aeroespacial dos EUA, que tem como objetivo reduzir o custo da exploração espacial através da reutilização dos foguetes de propulsão. Os VTVL (*vertical takeoff vertical landing*) são veículos de propulsão capazes de descolar e aterrar verticalmente através de inúmeros sensores de controlo. O *Grasshopper* foi o primeiro protótipo da tecnologia VTVL da *SpaceX* com grande sucesso e que levou ao desenvolvimento do *Falcon 9*, que ainda é o único foguetão capaz de fazê-lo.

Observa o vídeo de teste do foguete *Grasshopper*



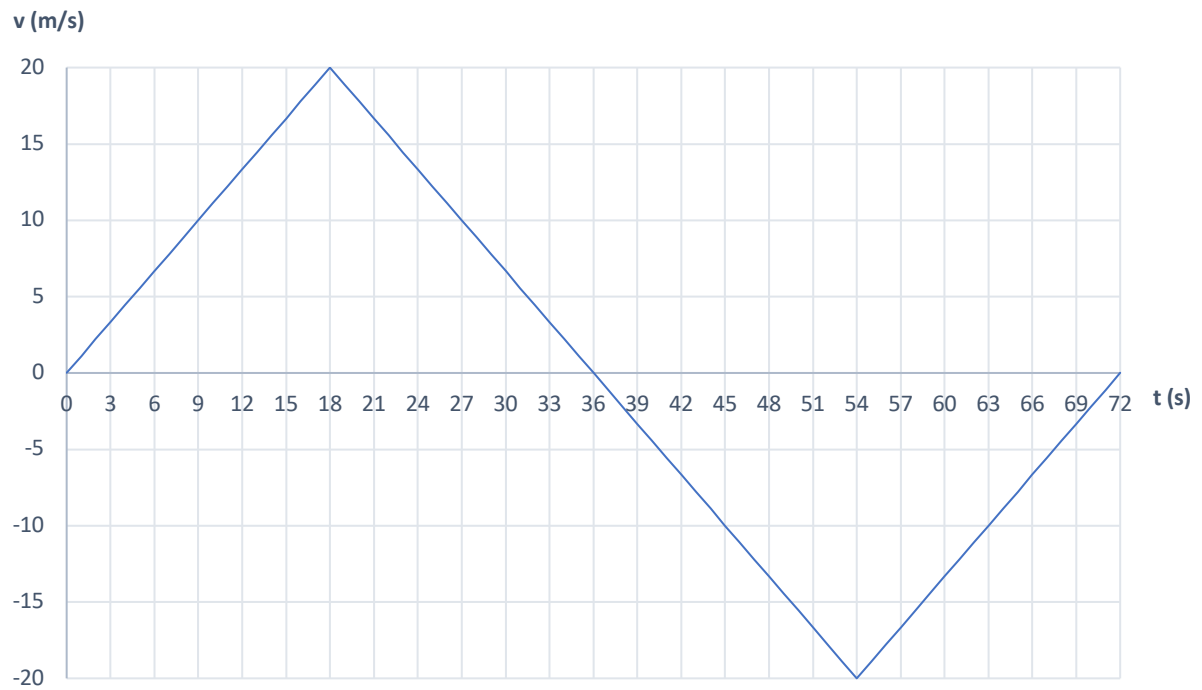
SPACEX

Imagem do lançamento de teste do protótipo do foguete reutilizável *Grasshopper* da *SpaceX*.
Texas, 14 de junho de 2013.

Fonte: *SpaceX*

1. Descreve por palavras tuas o movimento do foguete *Grasshopper*.

Observa o gráfico de velocidade-tempo para o movimento retilíneo do Grasshopper.

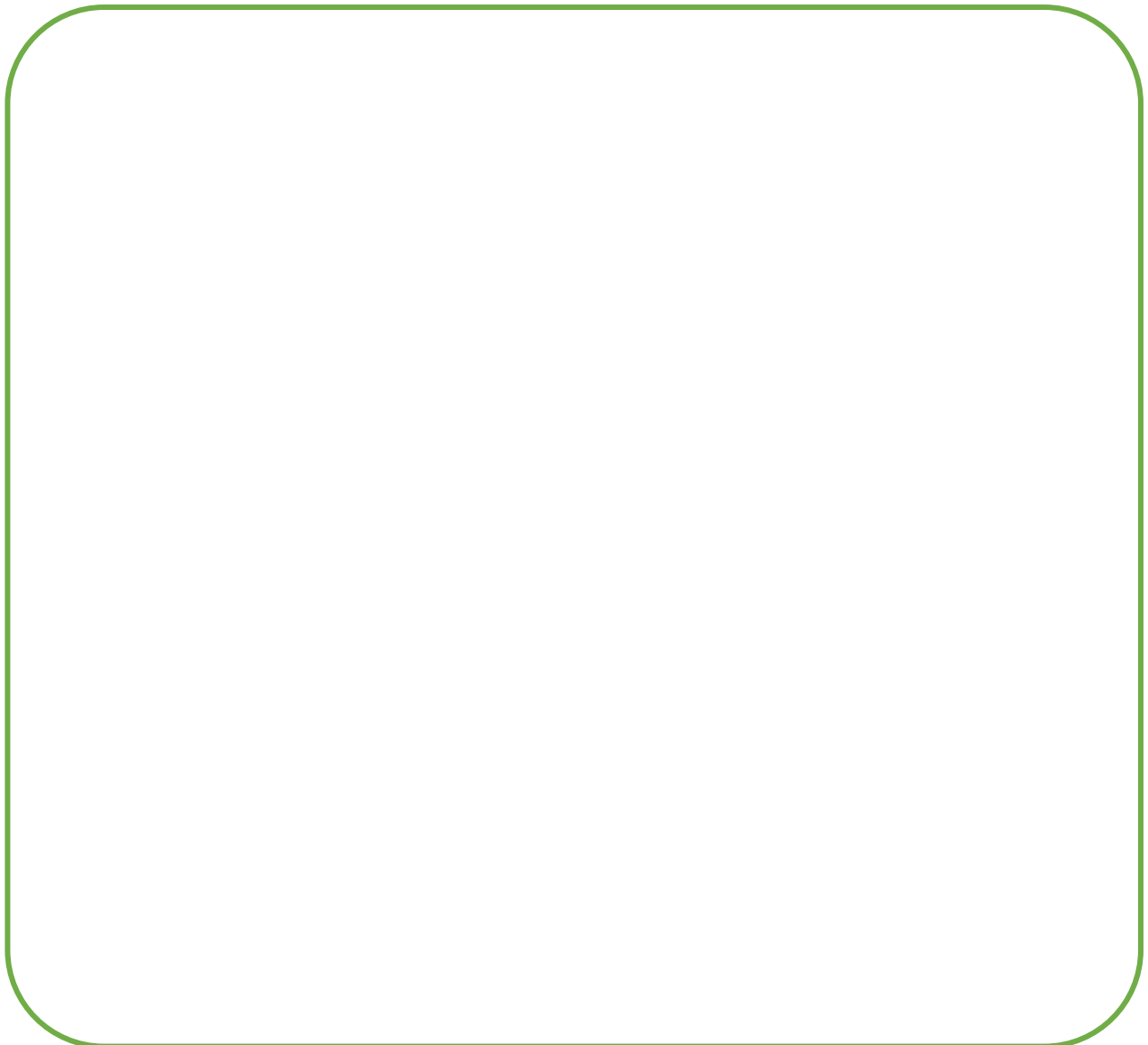


2. Descreve a variação de velocidade do Grasshopper ao longo do tempo.

3. Pesquisa no teu manual como podes determinar a variação da velocidade.

A large, empty rectangular box with rounded corners and a thin green border, intended for the student to write their research findings on how to determine the variation of velocity.





4. Identifica e classifica os diferentes tipos de movimento no gráfico de velocidade-tempo e associa-os aos intervalos de tempo respetivos.

A large, empty rectangular box with rounded corners and a thin green border, intended for the student to identify and classify different types of motion on a velocity-time graph and associate them with specific time intervals.

Parte II

5. Utiliza o gráfico de velocidade-tempo referente ao movimento retilíneo do Grasshopper para dar resposta aos seguintes itens.

- Calcula a aceleração média no intervalo de tempo considerado.
- Representa o vetor velocidade em cada instante de tempo e o vetor aceleração média associado ao movimento.
- Classifica o tipo de movimento.

Δt (s)	[1,6]	[21,33]	[42,48]	[67,72]
a_m (m/s^2)				
Representação Vetorial \vec{v} e \vec{a}_m				
Tipo de Movimento				

6. Após a leitura do gráfico de velocidade em função do tempo, o que podes acrescentar ou alterar na tua descrição inicial do movimento do *Grasshopper*?

Reflete

7. Que dificuldades sentiste?

8. De que forma as representações utilizadas te ajudaram a compreender a aceleração média?

Dados adicionais de consulta:

t (s)	v (m/s)
1	1,1
6	6,7
21	16,7
33	3,3
42	-6,7
48	-13,3
67	-5,6
72	0

TAREFA 5

Movimentos na Terra: Segurança Rodoviária

Tarefa

3.º Período Ano letivo 2017/2018

Aluno (a) _____ N.º _____

Data ____/____/____ Ano ____º Turma _____

Docente _____

Role Play: Segurança Rodoviária



Rapidez

Instantânea (km/h)



Governo quer limite de velocidade reduzido a 30 km por hora nas cidades

Governo quer reduzir o limite de velocidade nas zonas urbanas a 30 km por hora. O Governo quer introduzir uma série de alterações no código da estrada. Entre as mudanças anunciadas pelo ministro da Administração Interna está a redução do limite de velocidade dentro das cidades para 30 quilómetros (km) por hora. Em entrevista à Antena 1, Eduardo Cabrita, considera “absolutamente inaceitável” o elevado número de atropelamentos, sobretudo nas zonas urbanas, e admite por isso generalizar nestas áreas os limites de velocidade a 30 km/h, como já acontece em alguns bairros.

Estas são algumas das medidas que o Governo pretende introduzir para travar as mortes nas estradas, que aumentaram para 509 no ano passado, mais 64 do que em 2016 (12,5%). (...)

A Comissão Interministerial para a Segurança Rodoviária reúne-se hoje pela primeira vez, depois de ter sido criada em 2017 no âmbito do Plano Estratégico Nacional de Segurança Rodoviária (PENSE 2020), documento que inclui 108 medidas com o objetivo de reduzir em mais de metade o número de mortos nas estradas portuguesas até 2020.

Adaptado de Observador: <https://bit.ly/2ul8Ef2>

Sinopse Role Play.

As novas propostas de alteração aos limites de velocidade em zonas urbanas é um tema controverso que exige uma discussão acerca das implicações no ambiente, na sociedade e na segurança rodoviária. Vários especialistas reúnem-se para discutir o tema.

Procedimento:

1. Os alunos são divididos em cinco grupos e a cada grupo é atribuído um papel distinto:
 - a. Político(a)
 - b. Polícia
 - c. Ambientalista
 - d. Engenheiro(a)
 - e. Professor(a) de Física
2. Cada grupo de alunos com papéis diferenciados reúne-se, dando origem a planos e opções variadas.

Em seguida apresenta-se algumas questões orientadoras que podem facilitar a pesquisa e a análise da informação (Tabela 1).

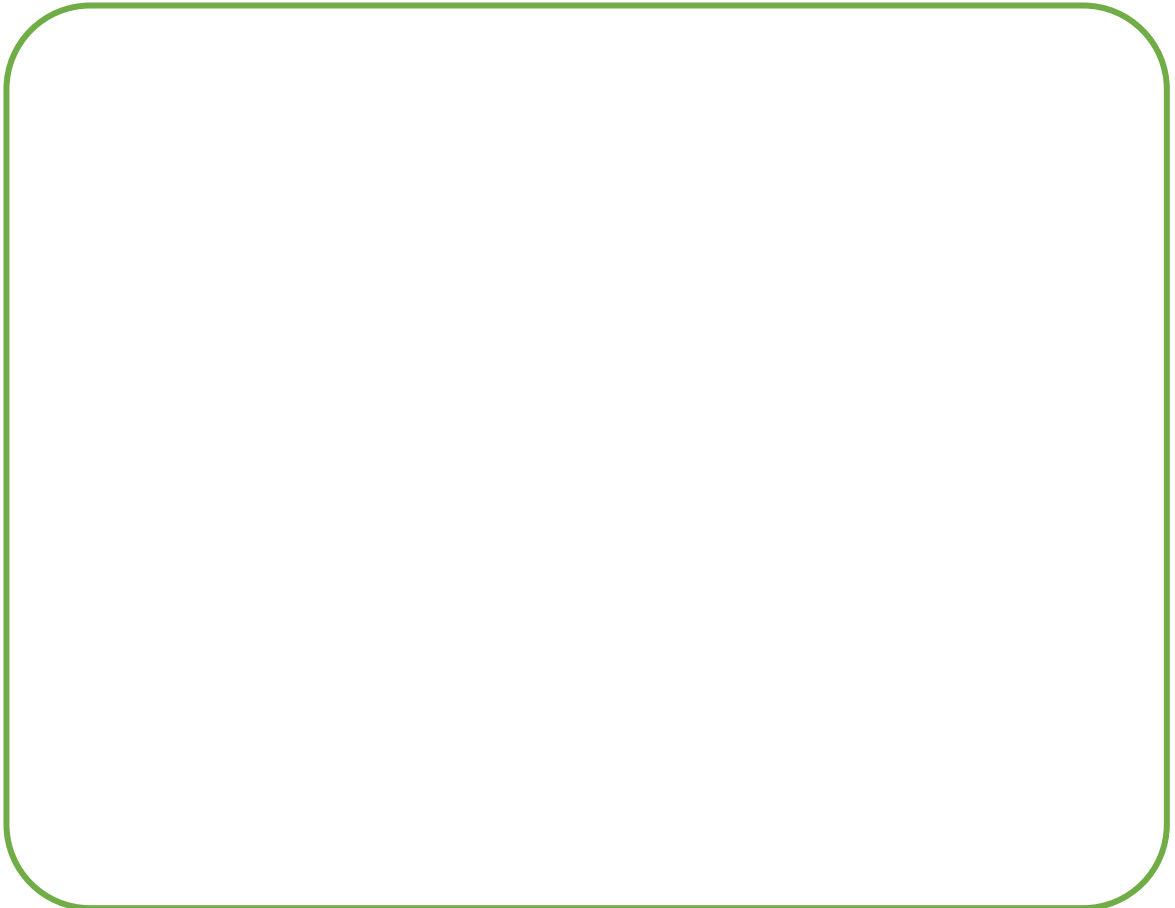
Tabela 1: Relação entre personagem e questões de pesquisa

Personagem	Algumas questões orientadoras da pesquisa
Político(a)	Qual a legislação em vigor? Qual a situação noutros países da Europa? Quais são os dados do relatório de sinistralidade?
Polícia	Quais os fatores que influenciam os acidentes rodoviários? Quais as medidas que os condutores podem adotar de forma a praticar uma condução mais segura?
Ambientalista	Quais são os impactes ambientais? Quais as alternativas?
Engenheiro(a)	Qual a influência da velocidade nas lesões provocadas num acidente? Qual a informação retirada de testes de colisão?
Professor(a) de Física	O que podemos aprender com um gráfico de velocidade em função do tempo para um veículo em colisão? Que medidas devemos a adotar para uma maior segurança rodoviária?
Moderador do Encontro - Professor	

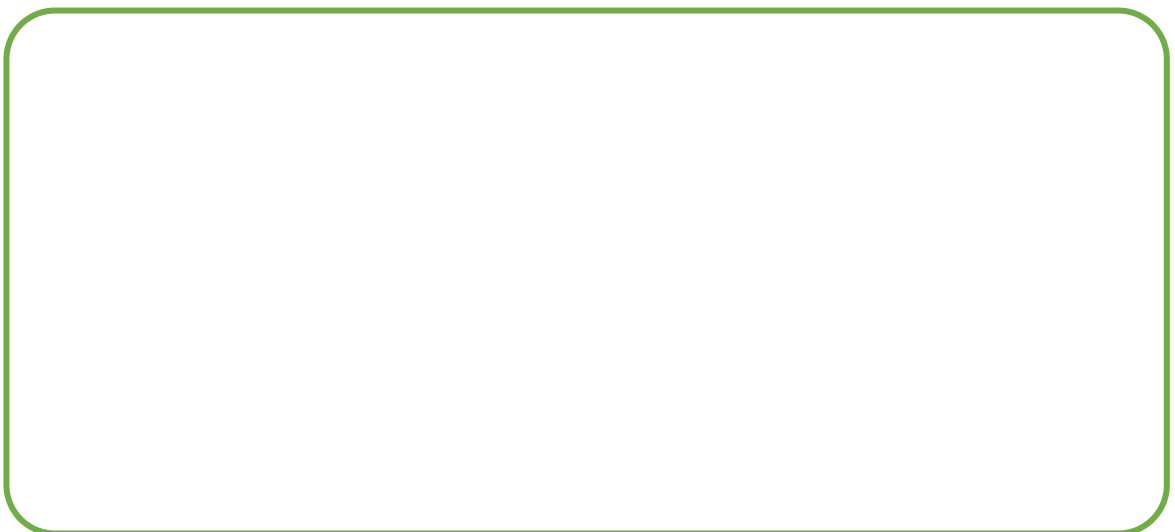
Consulta o documento orientador onde poderás encontrar informação sobre esta temática.

3. Preparem em grupo, a participação na discussão:

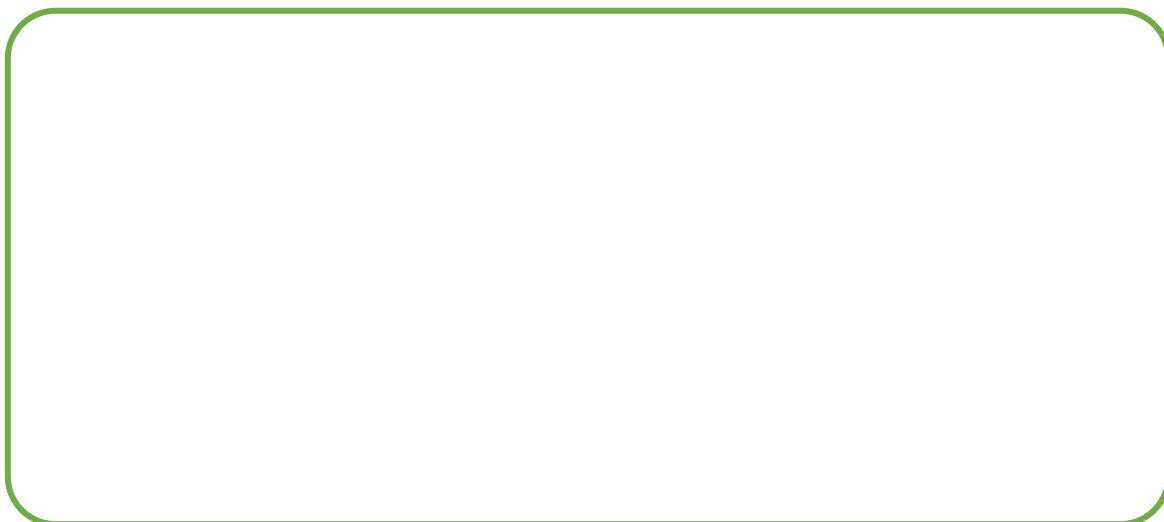
- Discutam as vossas ideias e registem os principais argumentos a utilizar durante a discussão para defender a vossa posição.

A large, empty rectangular box with rounded corners and a green border, intended for students to write down their main arguments for the discussion.

- Pensem e escrevam possíveis questões que os elementos dos outros grupos possam fazer sobre o vosso trabalho.

A large, empty rectangular box with rounded corners and a green border, intended for students to write down questions they might be asked by other groups.

- Discutam, decidam e escrevam um conjunto de questões que possam ser úteis para colocar aos colegas dos outros grupos de modo a clarificarem as vossas posições.

A large, empty rectangular box with rounded corners and a thin green border, intended for students to write a set of questions.

4. Escrevam a ata relativa à discussão que decorreu. Descrevam as principais ideias discutidas.

A large, empty rectangular box with rounded corners and a thin green border, intended for students to write the minutes of the discussion.

TAREFA 5 – Documento Orientador

Movimentos na Terra: Segurança Rodoviária

Tarefa

3.º Período Ano letivo 2017/2018

Aluno (a) _____ N.º _____

Data ____/____/____ Ano ____º Turma _____

Docente _____

O que nos dizem os testes de colisão?

A velocidade é apontada como o principal fator de risco dos acidentes rodoviários, influenciando o risco de acidente e a gravidade das lesões.

Além disso, estradas com enorme circulação de ciclistas e pedestres são mais propensas à ocorrência de choques.

Alguns estudos indicam que um pedestre terá 90% de possibilidades de sobreviver a um choque com um carro a 30 km/h, mas menos de 50% se esse choque ocorrer a 50 km/h. Os pedestres não têm qualquer hipótese de sobreviver num choque a 80 km/h.

Pedestrian fatality risk as a function of the impact speed of a car

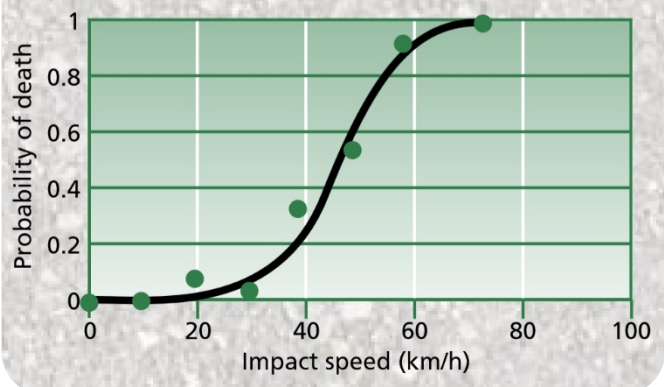


Figura 1: Relação entre a velocidade e a gravidade das lesões. Fonte: Pasanen E, 1991.

Qual é o impacto ambiental da alteração dos limites de velocidade?

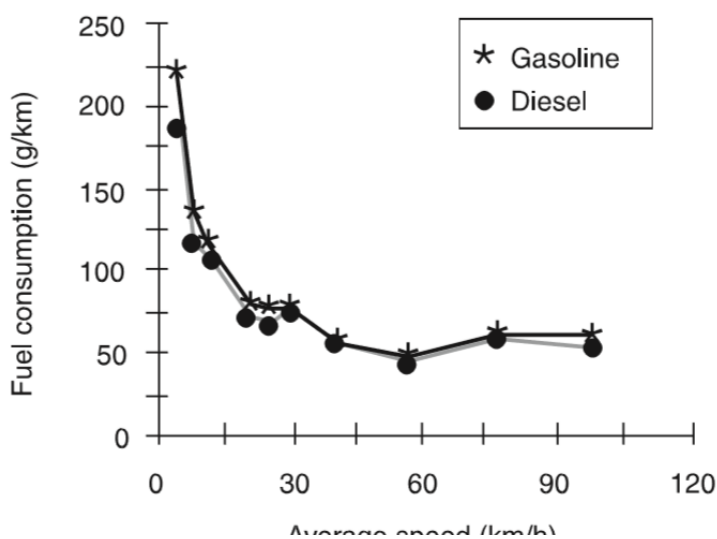


Figura 2: Relação entre o gasto de combustível e a velocidade do veículo. Fonte: Jourard, 19990.

A discussão em torno dos limites de velocidade recai sobre a temática ambiental devido aos fatores relacionados com a eficiência do veículo e o gasto de combustível a diferentes velocidades (Figura 2).

A produção de poluentes por parte dos motores de combustão, nomeadamente o monóxido de carbono, hidrocarbonetos, óxidos de nitrogénio, entre outros, dependem em grande escala de situações de aceleração, travagem e mudanças bruscas de velocidade.

Na figura 3 observa-se o resultado de uma simulação (MOBILE5) para a emissão do gás monóxido de carbono em veículo ligeiros e pesados a diferentes velocidades. Sendo o CO um gás inodoro, é muito perigoso manter ligados em marcha lenta carros em garagens fechadas, cruzamentos muito movimentados e túneis.

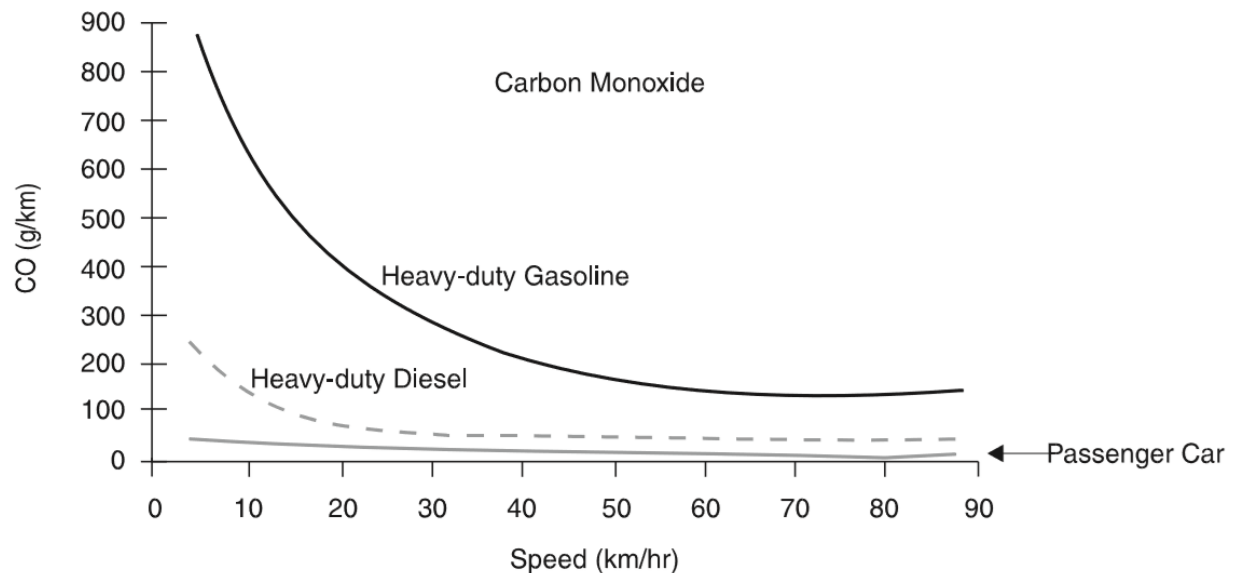


Figura 3: Relação entre as emissões e a velocidade do veículo.

Fonte: Chan e Weaver, 1995.

A segurança rodoviária é uma preocupação de todos os países

A Autoridade Nacional de Segurança Rodoviária (ANSR) é responsável pelo apoio à política do Governo em matéria de segurança rodoviária. Os últimos dados relativos ao número de mortos e feridos graves nas estradas foi publicado e pode ser consultado na tabela abaixo.

PERÍODO: 1 Ano

	MORTOS		FERIDOS GRAVES	
	08 março 2016 a 07 março 2017	08 março 2017 a 07 março 2018	08 março 2016 a 07 março 2017	08 março 2017 a 07 março 2018
Aveiro	41	40	109	129
Beja	25	24	89	88
Braga	31	33	159	124
Bragança	9	9	57	37
C. Branco	14	14	86	72
Coimbra	20	30	97	90
Évora	10	17	67	61
Faro	37	31	149	203
Guarda	9	15	57	65
Leiria	25	32	171	167
Lisboa	56	50	313	304
Portalegre	13	9	65	75
Porto	53	69	160	163
Santarém	27	36	133	197
Setúbal	36	68	155	185
V. Castelo	10	14	40	49
Vila Real	5	19	49	53
Viseu	21	15	98	84
Total	442	525	2 054	2 146

Fonte: **BEAV** (2016, janeiro a novembro 2017); **ANTENAS** (dezembro 2017 e janeiro a março 2018)

Quadro 2: Informação periódica. Sinistralidade Rodoviária

Em Portugal estabelecem-se limites de velocidade máxima para a circulação de veículos em diferentes vias. Nas localidades ou centros urbanos admite-se um valor de velocidade máxima 50 km/h, fora das localidades 90 km/h e nas autoestradas 120 km/h.

Noutros países, pelo contrário, existem opções bastante diferenciadas que vão desde a inexistência de limites em certas circunstâncias, como é o caso das autoestradas alemãs, à existência de limites de velocidade que dependem das condições meteorológicas, do trânsito e da hora do dia. Isto garante que os limites de velocidade estão de acordo com as condições do local e do trânsito.

Algumas medidas são já utilizadas para encorajar os condutores a reduzir a velocidade, como a introdução de radares de velocidades, rotundas, marcas no piso e lombas.

APÊNDICE C

GUIÃO DA ENTREVISTA EM GRUPO FOCADO

DIMENSÃO	OBJETIVO	QUESTÃO
Aprendizagens realizadas pelos alunos	Conhecer as principais aprendizagens realizadas pelos alunos durante a realização das tarefas que envolvem multirrepresentações	<p>Na vossa perspetiva consideram que a utilização de diferentes representações contribuiu para a aprendizagem do tema Movimentos na Terra? Porquê?</p> <p>Qual ou quais as representações que melhor vos ajudaram a descrever o movimento de um corpo que percorre um trajeto retilíneo?</p> <p>Qual é a importância das aprendizagens realizadas para o vosso dia-a-dia?</p>
Dificuldades sentidas pelos alunos	Conhecer as principais dificuldades sentidas pelos alunos durante a realização de tarefas que envolvem multirrepresentações.	<p>Quais foram as principais dificuldades que sentiram na realização das tarefas?</p> <p>Que dificuldades sentiram na transição entre diferentes representações?</p> <p>Como evoluíram essas dificuldades?</p>
Estratégias utilizadas pelos alunos	Conhecer as estratégias utilizadas pelos alunos na realização das tarefas.	<p>Que estratégias utilizaram para realizar as tarefas?</p> <p>Durante a realização das tarefas trabalharam em grupos de 3 a 4 elementos. Consideram que o trabalho de grupo foi importante na realização das tarefas? De que forma? Porquê?</p> <p>Consideram que o feedback do professor foi importante para a realização das tarefas? De que forma? Porquê?</p>
Popularidade	Conhecer o contributo das tarefas que envolvam multirrepresentações no gosto dos alunos pelas aulas sobre o tema Movimentos na Terra	<p>O que gostaram mais nas aulas?</p> <p>Qual foi a tarefa que consideraram mais interessante? Porquê?</p> <p>No futuro, gostariam de ter mais aulas com tarefas deste tipo? Porquê?</p>